BHS I B 261 b-1

<36630129760019
<36630129760019
Bayer. Staatsbibliothek

BHS I B 261 b - 1

Bayerische Berg-, Hütten- und Salzwerke Aktiengesellschaft
Bibliothek:
Gruppe: I B
B Nr. 261

LEITFADEN

ZUR

BERGBAUKUNDE.

K. Gen. Bergw. u. Sal. Administration
Ref: F.

H

LEITFADEN

ZUR

BERGBAUKUNDE.

VON

DR. ALBERT SERLO

OBERBERGHAUPTMANN UND DIREKTOR DER ABTHEILUNG FÜR BERG-, HÜTTEN- UND SALINEN-WESEN IM MINISTERIUM DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN.

Vierte verbesserte und bis auf die neueste Zeit ergänzte Auflage.

MIT 745 IN DEN TEXT GEDRUCKTEN HOLZSCHNITTEN UND 32 LITHOGRAPHIRTEN TAFELN.

ERSTER BAND.

BERLIN.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER.

1884.

K. Gen. Bergw. u. Sal. Administration.

Ref: F.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorwort

zur vierten Auflage.

Die Nothwendigkeit hat sich herausgestellt, den Leitfaden zur Bergbaukunde in vierter Auflage erscheinen zu lassen. Bei der Bearbeitung ist der bereits bewährte Rahmen der früheren Auflagen beibehalten worden, wobei an den geeigneten Stellen die neueren Erscheinungen der bergmännischen Technik eingeschaltet sind; es betrifft dies namentlich die Abschnitte, welche über das Tiefbohren, die Sprengmittel, das Maschinenbohren bei den Gewinnungsarbeiten, den Grubenausbau in Eisen, die Strecken- und Schachtförderung, die Wetterführung und die Wasserhaltung handeln. Dabei wird ausdrücklich bemerkt, dass die Litteratur etwa bis zum 1. Oktober 1883 benutzt worden ist, dass aber die zahlreich angekündigten deutschen Reichspatente in der Regel nur dann berücksichtigt wurden, wenn deren Einführung in den Betrieb bereits erfolgte.

Wir übergeben dem bergmännischen Publikum vertrauensvoll unsere Arbeit, in der begründeten Hoffnung, dass auch diese Auflage überall die freundliche Aufnahme finden wird, welche den früheren zu Theil wurde.

Berlin im Januar 1884.

Dr. **Albert Serlo.**

Vorwort zur dritten Auflage.

Der Titel dieser neuen Auflage zeigt gegen früher eine Veränderung, indem die Bezugnahme auf die Vorlesungen des Bergrath Lottner an der Bergakademie zu Berlin fortgefallen ist. Es soll damit nicht die grundlegende Bedeutung Lottners für dieses Werk beseitigt werden. Aber während die erste Auflage, wenn auch bei selbstständiger Bearbeitung, sich möglichst eng an die Vorlesungen Lottners anschliessen durfte und musste, war den technischen Fortschritten in der Bergbaukunst entsprechend es geboten, schon in der zweiten Auflage, mehr noch in der vorliegenden, viele Abschnitte völlig umzuarbeiten, und so haben die Besprechungen über das Bohrwesen, die Sprengmittel, die Maschinenarbeit, den Grubenausbau, die Förderung, die Ventilation, die Wasserhaltung eine so wesentliche Umgestaltung gewonnen, dass von dem Alten kaum der Rahmen übrig geblieben ist. Dass die Bedeutung und der Antheil Lottners an diesem Werke nicht geleugnet, das Gedächtniss und das Andenken an diesen bewährten und allzu früh dahin gegangenen Lehrer unserer Wissenschaft gerade durch dieses Werk erhalten werden soll, mag dadurch öffentlich bekundet werden, dass die Vorrede zur ersten Auflage und die Skizze über die Lebensschicksale Lottners, durch welche sein gewichtiger Antrieb zu diesem Werke dargethan wird, als ein dauernder Theil dieses Buches an die Spitze desselben gestellt wird. Der Verfasser ist der Letzte, welcher die Verdienste seines Freundes geschmälert wissen möchte.

Die neueren Erscheinungen der bergmännischen Technik und der darüber sprechenden Litteratur sind etwa bis zum 1. Oktober 1876 in diese Auflage aufgenommen. Die langwierige Drucklegung hat es nicht gestattet, damit bis auf den heutigen Tag vorzugehen. Aber auch in diesem Umfange wird im Wesentlichen das Neueste geboten, so dass wir hoffen dürfen, die jetzige Auflage nach Möglichkeit dem heutigen Stande der bergmännischen Technik angepasst zu haben. Möge das Werk auch in seiner neuen Gestalt die alten Freunde wieder finden!

Breslau im Juni 1877.

Dr. **Albert Serlo.**

Vorwort zur ersten Auflage.

Dem Unterzeichneten ist es vergönnt gewesen, mit dem verstorbenen Lottner seit langen Jahren die freundschaftlichsten Beziehungen pflegen zu dürfen. Schon im Jahre 1845 begegneten wir einander bei dem gemein-

samen Besuch der Vorlesung auf der Universität in Berlin, ohne uns damals besonders näher getreten zu sein, was erst geschah, als der Unterzeichnete seine amtliche Thätigkeit in Westfalen fand, wo namentlich in Bochum in den Jahren 1856 und 1857 ein enges Freundschaftsband durch Gemeinsamkeit der Anschauungen und des geistigen Strebens zwischen uns sich knüpfte. Im Jahre 1865 waren wir in Berlin wieder vereint, mir war es vorbehalten, den allzu früh dahingeschiedenen Freund zur letzten Ruhestätte zu geleiten.

Schon früher war von mir zu wiederholten Malen Gelegenheit genommen worden, Lottner zu veranlassen, dass er seine reichen Schätze von gesammelten Erfahrungen dem grösseren Publikum durch Veröffentlichung nutzbar mache; immer schien ihm die Zeit noch nicht dazu gekommen, er musste seiner Ansicht nach immer noch weiter sammeln, um dem Ganzen die grösste Vollständigkeit zu geben. So gingen aus den Notizen, welche er seinen Vorträgen über Bergbaukunde bei der Bergschule zu Bochum zu Grunde gelegt hatte, sehr bald neue, wenn auch nur skizzenhafte, Ausarbeitungen hervor, nach denen er die Bergbaukunde bei der Bergakademie vortrug, bis er dieselben in den Jahren 1861 bis 1863 von Neuem umarbeitete und vervollständigte und in der Vervollständigung fortfuhr, indem er fast täglich die durch die Litteratur, durch die auf eigenen Instruktionsreisen oder von Anderen gesammelten Notizen bekannt gewordenen neuen Erscheinungen in der bergmännischen Technik an den betreffenden Stellen einreihte; er setzte diese Thätigkeit fort, bis seine Kraft erlahmte, und er auf das Schmerzenslager sich bettete. Hier aber fühlte er sich in häufigen Gesprächen mit dem Unterzeichneten, den nahen Tod wohl ahnend, schmerzlich berührt, dass er den Schatz seines Wissens mit dahinnehmen müsse, und nichts dafür gethan habe, denselben der Oeffentlichkeit zu übergeben. „Ich war mir bis jetzt nicht klar", sagte er, „ob ich eine systematische Bergbaukunde bearbeiten oder mich auf Monographien über einzelne wichtige Gegenstände beschränken soll; da ich aber selbst schwerlich zur Ausführung nach dem einen oder anderen Plane noch gelangen werde, so übernehmen Sie meine Materialien und verfahren Sie nach bestem Ermessen." Diese Aufgabe stellte er mir wiederholt, noch wenige Tage vor seinem — zuletzt doch unerwartet eingetretenen — Tode, und ich glaubte nicht vor der mir durch den sterbenden Mund des Freundes gestellten Aufgabe zurückschrecken zu dürfen, um so weniger, als die Familie des Verstorbenen dessen Kleinod bereitwillig und mit einem mich ehrenden Vertrauen in meine Hände legte.

Die übernommene Aufgabe war keine leichte. Was zunächst die Ausführung betrifft, so konnte ich nicht daran denken, aus dem vielen Material einzelne Monographien zu bearbeiten, da in denselben Lottners kritischer Geist verloren gegangen sein würde, ich musste mich an das von Lottner in seinen Heften aufgestellte System eng anschliessen und dieses speciell ausbauen. Es bedurfte hierzu aber einer neuen, fast selbständigen Bear-

beitung des reichen Stoffes, da an den meisten Stellen der Grundlage Lottners nur abgerissene Sätze, häufig nur einzelne Notizen und Worte sich fanden, welche mit einander verarbeitet werden mussten, nur selten konnte eine unmittelbare Benutzung des Vorhandenen stattfinden. Bei dem wunderbaren Gedächtniss Lottners war für ihn eine kurze Notiz, ein einziges Wort vollständig genügend, um das vor langer Zeit Gesehene oder Gelesene in seinem Geiste klar zu reproduciren und seinen Zuhörern zur Anschauung zu bringen; der Unterzeichnete musste in den, übrigens fast überall verzeichneten Quellen nachforschen. Hierdurch, so wie durch meine Versetzung von Berlin nach Breslau im Jahre 1866 ist die Herausgabe länger verzögert worden, als es in meinen Wünschen lag, und als es dem Andenken des verstorbenen Freundes gebührte!

Dem Werke ist der Charakter eines Leitfadens beigelegt worden; denn wenn auch nach dem Vorgange Lottners eine streng systematische Anordnung gegeben worden ist, so war doch die detaillirte und eingehendste Schilderung aller bergmännischen Veranstaltungen nicht im vollstem Maasse durchzuführen, es bleibt Lehrern und Lernenden noch übrig, durch Studium der Quellen die weitere Ausmalung der einzelnen Stoffe für sich vorzunehmen. Um dies ausführen zu können, sind in den Anmerkungen die benutzten Quellen mit möglichster Ausführlichkeit angegeben, so wie am Schluss des Werkes die eingesehenen Abhandlungen und Zeitschriften aufgeführt.

Da für verschiedene Zweige seit Lottners Tode vielfache neue Erfahrungen gemacht worden sind, so mussten dieselben benutzt werden, so weit sie durch die Litteratur zugänglich waren; es sind davon besonders betroffen: die Abschnitte über Sprengmittel, über Maschinen zum Bohren und Schrämen beim Grubenbetrieb, über Wettermaschinen u. a. m.; es ist damit fortgefahren bis in die neueste Zeit, bis Mitte dieses Jahres dem Verleger das Manuscript übergeben werden musste.

Zur bildlichen Darstellung der beschriebenen Gegenstände wurden in den Text gedruckte Holzschnitte gewählt, weil dadurch dem Leser die Anschauung um Vieles leichter wird, als wenn besondere Tafeln erst aufgeschlagen werden müssen; leider musste die Zahl der Abbildungen auf das äusserste Maass beschränkt werden, um das Werk nicht allzusehr zu vertheuern und es recht allgemein zugänglich zu machen.

Die Ausstattung, welche der Herr Verleger dem Ganzen gegeben hat, entspricht dem vorliegenden Zwecke, ein Denkmal dem zu früh dahingegangenen Freunde zu setzen, in vollem Maasse.

Breslau im Oktober 1868.

Albert Serlo.

Bergrath Heinrich Lottner.

Heinrich Lottner ist am 9. September 1828 in Berlin geboren. Seinen Vater, den im Justizministerium angestellt gewesenen Justizrath Lottner, verlor er nach kaum vollendetem siebenten Lebensjahre und wurde in Folge dieses Todesfalles, da die Mutter andauernder Kränklichkeit wegen die Erziehung der sechs unmündigen Kinder nicht übernehmen konnte, im Verein mit einer Zwillingsschwester von einem Oheim, dem früher zu Gräfrath, später in Düsseldorf lebenden Oberst Lottner aufgenommen und erzogen; das Gefühl kindlicher Dankbarkeit und Anhänglichkeit an den Oheim und dessen ganze Familie, welche ihm ein zweites Vaterhaus bereiteten, hat ihn stets erfüllt und beseelt. Er besuchte die Realschule zu Düsseldorf und verliess dieselbe, erst 14 Jahre alt, im Jahre 1842 nach vorzüglich bestandener Abiturientenprüfung mit dem Zeugniss der Reife, um sich der Ausbildung für das Bergfach zu widmen. Zu diesem Zweck begab er sich im September 1842 nach Bochum, um den bestehenden Bestimmungen gemäss auf den benachbarten Gruben sich der Beschäftigung mit den praktischen bergmännischen Handarbeiten hinzugeben, welcher er sich mit solcher Gewissenhaftigkeit und solchem Eifer unterzog, dass es ihm sehr bald gelang, ein sicheres Verständniss der bergbaulichen Verhältnisse der dortigen Gegend zu gewinnen. Seine Jugend, sein eifriges Streben, in die reiche Fülle des praktischen und theoretischen Stoffes, welchen das gewählte Fach darbot, frühzeitig einzudringen, seine nicht glänzende materielle Lage gaben ihm Veranlassung, damals sich allen Verkehrs nach Aussen zu enthalten, was zur Folge hatte, dass er schon früh in sich abgeschlossen erschien und den Fernstehenden eine abstossende Aussenseite darbieten konnte: seine Freunde wussten, ein wie tief innerliches Gemüth in ihm wohnte. Jedenfalls aber hat diese Abgeschlossenheit in den ersten Ausbildungsjahren dazu beigetragen, seine reiche Begabung und seine geistigen Kräfte zu concentriren, so dass er bei seinem unermüdlichen Fleisse und seiner Verstandesschärfe, welche mit einem ihn nie verlassenden Gedächtniss verbunden war, einen seltenen Schatz von Kenntnissen und Fertigkeiten sammeln konnte. Derselbe erstreckte sich auf die gesammten Gebiete der technischen, mathematischen, naturwissenschaftlichen, juristischen, kameralistischen Gegenstände, in welche nach den bestehenden Bestimmungen die Bergwerksbeflissenen eingeweiht sein mussten, überall gleichmässig und mit gleicher Gründlichkeit, wobei er noch Zeit gewann, sich der lebenden Sprachen, namentlich der französischen und englischen, vollkommen mächtig zu machen und zu erhalten, während er andererseits, angeregt durch den Verkehr im Hause des Oheims und mit dessen Schwiegersohn, dem nun auch verstorbenen, wackeren Maler Leutze, sich einen offenen Sinn für ästhetische Studien und Genüsse bewahrte.

Nachdem Lottner bei dem damaligen Königlichen Bergamte zu Bochum

im September 1845 das bergmännische Tentamen bestanden hatte, begab er sich zu einem zweijährigen Studium auf der Universität nach Berlin, wo er wieder einkehrte in das Haus der Mutter und bei derselben sich mit den Geschwistern eines stillen, aber freundlichen Familienlebens erfreute. Mit der grössten Gewissenhaftigkeit und dem anerkennenswerthesten Eifer besuchte er von Michaelis 1845 bis dahin 1847 die Vorlesungen und erweiterte und befestigte seine wissenschaftlichen Kenntnisse. Nach vollendeter Universitätszeit kehrte er nach Westfalen zurück, beschäftigte sich drei Jahre hindurch auf den Berg- und Hüttenwerken des Bezirks zur Erweiterung seiner technischen Anschauungen und wurde demnächst zeitweise zur Aushilfe bei Königlichen Revierbeamten beschäftigt. Diese Thätigkeit musste im Jahre 1850 unterbrochen werden, wo er nach Berlin zurückging, um noch ein Jahr lang den wissenschaftlichen Studien obzuliegen und demnächst der einjährigen Militärpflicht zu genügen, während welcher Zeit er jede freie Stunde benutzte, um Vorlesungen auf der Universität und Bauakademie zu hören. Im Jahre 1853 legte er bei dem Königlichen Oberbergamte zu Dortmund die Referendariatsprüfung mit sehr gutem Erfolge ab und wurde zum Oberbergamtsreferendar ernannt, als solcher sofort zur selbständigen Vertretung mehrer Königlicher Revierbeamten verwendet, wobei er sich neben dem schon erlangten Ruf ausgezeichneten theoretischen Wissens auch die Anerkennung über seine praktische Befähigung in vollem Maasse erwarb.

Demnächst sollte ihm der schon längst gehegte Wunsch, seine reichen Kenntnisse zum Nutzen des westfälischen Bergbaubetriebs auf Andere durch Unterricht übertragen zu können, in Erfüllung gehen. Nachdem ihm durch die Munificenz des Königlichen Oberbergamts zu Dortmund Gelegenheit geboten worden war, auf einer Instruktionsreise durch die belgischen Bergreviere seine Anschauung praktischer Verhältnisse zu erweitern und technische Erfahrungen zu sammeln, trat er am 1. Oktober 1854 bei der neugebildeten Bergschule zu Bochum als erster Lehrer und Leiter der Anstalt ein, welche durch seine rastlose Thätigkeit sehr bald nach ihrer Gründung sich eines lebhaften Besuchs zu erfreuen hatte. Der Umfang seiner Kenntnisse ist durch die grosse Reihe der Lehrgegenstände bekundet, denn er unterrichtete in der Bergbaukunde, Maschinenlehre, Mechanik, Mineralogie, Geognosie, Physik, Chemie; den günstigen Erfolg seines Unterrichts bezeugen die zahlreichen Schüler, welche als Betriebsführer und Steiger auf einer grossen Reihe westfälischer Gruben das in der Bergschule von Lottner Empfangene zum Nutzen der Gewerkschaften fruchtbringend zu verwerthen noch heute in der Lage sind.

Neben der Leitung der Schule, in welcher er seine strenge Disciplin walten liess, und neben dem umfassenden Unterricht, welcher ihm eine dauernde Fortbildung in der Technik und den Hilfswissenschaften zur Pflicht machte, gewann er dennoch Zeit zu vielfacher amtlicher Thätigkeit; er vertrat mehre Male mit anerkanntem praktischem Geschick erkrankte oder abwesende Mitglieder beim Bergamte zu Bochum, bei welchem er

ausserdem beständig die Angelegenheiten der Bergschule, des Markscheiderwesens und des Karten- und Risswesens bearbeitete. Die Instruktion für die concessionirten Markscheider im Distrikt des Königlichen Oberbergamts zu Dortmund vom 1. März 1858 entstammt der Feder Lottner's. In Beziehung auf das Kartenwesen ist besonders hervorzuheben, dass er wesentliche Hilfe bei Herausgabe der bei Jul. Bädeker in Iserlohn erschienenen Flötzkarte des westfälischen Steinkohlengebirges geleistet und dazu eine treffliche, noch heute für die Beurtheilung westfälischer Verhältnisse zur Grundlage dienende, allbekannte Monographie geschrieben hat, welche unter dem Titel: „über die geognostischen Verhältnisse des westfälischen Steinkohlengebirges“ im Jahre 1858 bei Jul. Bädeker in Iserlohn herausgekommen ist*), nachdem er zuvor in der im Jahre 1858 in der zu Dortmund abgehaltenen Generalversammlung des naturhistorischen Vereins für die preussischen Rheinlande und Westfalen, dessen Mitglied er seit 1855 war, über denselben Gegenstand einen lichtvollen Vortrag gehalten hatte, welcher in den Verhandlungen des Vereins Aufnahme fand. Eine Erholung von seiner mühsamen Thätigkeit gewährte es ihm in Bochum vor einem Publikum von Herren und Damen populäre Vorträge „über die Entstehung der Steinkohle“ und „über Erdbeben und Vulkane“ halten zu können, welche er durch den Druck veröffentlichte. In diese Zeit fällt auch eine andere schriftstellerische Arbeit: „Bergbau- und Hüttenkunde“, als Theil des bei G. D. Bädeker in Essen 1859 in 3 Bänden erschienenen Werkes: „Die gesammten Naturwissenschaften“, ein der Stelle angemessener, nur kurzer, populärer Abriss dieses wichtigen Gebietes der Technik, welcher auch als besondere Schrift ausgegeben ist. Sonstige litterarische Arbeiten finden sich nur noch in der Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen in Preussen und zwar Band 1.: „die Fahrkunst auf der Steinkohlengrube Gewalt“, Band 8: „über die Anwendung comprimirter Luft bei Senkarbeiten in schwimmendem Gebirge“, Band 7: „über die Grundsätze, welche bei dem Abbau der Steinkohlenflötze in Westfalen zu befolgen sind, bei kritischer Würdigung der Abbaumethoden in Belgien, Frankreich und England“; jeder dieser Aufsätze, aber namentlich die letztere Arbeit zeugt von der Schärfe der Auffassung, von der Klarheit der Darstellung, von dem Vermögen, welches Lottner in hohem Maasse innewohnte, wichtige Principien der Technik zusammenzufassen und zur Anschauung zu bringen. Leider ist es dem Verstorbenen nicht mehr vergönnt gewesen, grössere litterarische Arbeiten zu fördern, besonders die Aufgabe seines Lebens, die Herausgabe einer Bergbaukunde herbeizuführen.

Lottner's Thätigkeit bei der Bergschule in Bochum ging im Jahre 1859 zu Ende. Sobald er in diesem Jahre die Prüfung als Bergassessor mit Auszeichnung bestanden hatte, wurde ihm der Auftrag ertheilt, für die in Berlin studirenden jungen Bergmänner Vorlesungen über Bergbaukunde zu

*) Diese Arbeit ist in demselben Verlage neuerdings in zweiter Auflage erschienen.

halten, woran sich die weitere Aufgabe knüpfte, Vorschläge für Errichtung einer Bergakademie in Berlin abzugeben. Jetzt war Lottner mitten in der fruchtbringendsten Thätigkeit, er fühlte, dass die Bergakademie sein eigentliches Feld sei, und er setzte alle seine Kräfte an die Verwirklichung dieser Idee. Sie wurde ihm verwirklicht: er selbst als kommissarischer Direktor, unter Verleihung des Charakters als Bergrath, bestellt und allmälig, still, aber rastlos, ohne viel Geräusch nach Aussen, aber mit grosser Sicherheit organisirte er das neue Institut, welches sich sehr bald in seinen Einrichtungen und in seinen Erfolgen mit älteren gleichartigen Anstalten in jeder Beziehung messen konnte und in seinem Rufe auf der durch Lottner gegebenen Grundlage stetig und dauernd fortschreitet. Lottner fühlte sich in seinem abgeschlossenen Wirkungskreise überaus glücklich, welchem er durch tiefes Nachdenken, durch Eifer und Fleiss einen reichen Inhalt zu verschaffen wusste.

Neben seiner Thätigkeit als Direktor der Bergakademie und Lehrer der Bergbaukunde an derselben war er als Hilfsarbeiter in der Ministerialabtheilung für Berg-, Hütten- und Salinenwesen beschäftigt, wobei er durch Umsicht und eingehende Kenntniss der einschlägigen Verhältnisse Vortreffliches leistete und sich die Achtung seiner Vorgesetzten im hohem Maasse erwarb. Es waren hier vorzugsweise die Angelegenheiten, welche sich auf die Ausbildung der jungen Bergleute sowohl für den höheren Verwaltungsdienst, wie in den Bergschulen, beziehen, ferner das Markscheiderwesen und die geognostische Landesuntersuchung des preussischen Staates, denen er seine Thätigkeit in erspriesslichster Weise widmete. In letzterer Beziehung ist hervorzuheben, dass die ihm durch diese Beschäftigung angebahnte geistige Verbindung mit den bedeutenden Geognosten Berlins zur grössten Befriedigung gereichte, und dass seine Theilnahme an der deutschen geologischen Gesellschaft, welche hauptsächlich durch Lottner's Vermittelung ihren Sitz im Gebäude der Bergakademie aufschlagen durfte, und deren Archivar er in den letzten Jahren war, ihm stets die schönste Erholung und reinste Freude gewährte.

Doch mitten aus seinem Schaffen und Wirken, welches noch reiche Früchte erhoffen liess, sollte er abgerufen werden. Im Sommer des Jahres 1865 stellte sich ein Unterleibsleiden ein, von welchem er zwar wieder genas, welches aber eine merkliche Schwäche in seinem Körper zurückliess, so dass er im September von Neuem bettlägerig wurde und das Schmerzenslager nicht wieder verlassen konnte, bis er am 16. März 1866 ruhig und ergeben, beklagt von der trostlosen Mutter und den liebenden Geschwistern, betrauert von den Freunden und Verehrern, Vorgesetzten und Schülern im noch nicht vollendeten 38. Lebensjahr seinen Geist aufgab. Möge sein Andenken fortleben in den weiten Kreisen, welche den Verstorbenen kannten; mögen die nachfolgenden Blätter dazu beitragen, dieses Andenken zu wahren und in Kraft zu erhalten!

Inhalt des ersten Bandes.

	Seite
Vorwort zur vierten Auflage	III
Vorwort zur dritten Auflage	IV
Vorwort zur ersten Auflage	IV
Nekrolog des Bergrath Heinrich Lottner	VII
Inhaltsverzeichniss	XI
Einleitung	1
Erster Abschnitt. Das Vorkommen der nutzbaren Mineralien	3
A. Eingelagerte Lagerstätten	4
I. Plattenförmige Lagerstätten	4
a. Gänge	6
1. Das räumliche Verhalten der Gangspalten	7
2. Die Ausfüllungsmasse	12
3. Verhalten der Gänge zum Nebengestein	18
4. Verhalten der Gänge zu einander	19
b. Lager und Flötze	25
II. Massige Lagerstätten	33
a. Stöcke	33
b. Stockwerke	35
III. Andere unregelmässige Lagerstätten	35
a. Nester und Nieren	35
b. Butzen	36
B. Aufgelagerte Lagerstätten	36
I. Seifen (Trümmerlagerstätten)	36
II. Oberflächliche Lagerstätten	37
Störungen	38
Regeln zur Ausrichtung der Verwerfungen	49
Vorkommen der nutzbaren Mineralien	52
Zweiter Abschnitt. Aufsuchen der Lagerstätten. Schürf- und Bohrarbeiten	55
A. Schürfarbeiten	57
B. Bohrarbeiten	58
Gestängebohren	60
I. Bohrstücke	61
a. Beim drehenden Bohren	61
b. Beim stossenden Bohren	63
c. Bohrlöffel	67
II. Schaft- oder Mittelstücke	69
a. Obergestänge	69
1. Massiv eisernes Gestänge	70
2. Hölzernes Gestänge	74
3. Stangen aus hohlen eisernen Röhren	77
b. Untergestänge	78

Seite

c. Zwischenstücke 81
1. Rutschscheere oder das Wechselstück 82
2. Freifallapparate 83
aa. Freifallinstrument von Kind 83
bb. Abfallstück von Fabian 86
cc. Abfallinstrumente neuerer Construction 92
III. Einrichtungen über Tage 97
a. Gerüst . 97
b. Maschinen u. Apparate zum Aufziehen, Einlassen u. Löffeln 99
c. Kopfstücke einschliesslich Bohrschwengel 103
d. Maschinen 109
IV. Das Löffeln 113
V. Fanginstrumente 114
VI. Verkleidung der Bohrlochswände 123
a. Verröhren der Bohrlöcher 123
b. Andere Befestigungsarten der Bohrlochswände 149
VII. Das Kernbohren 150
VIII. Allgemeines über das Bohren 151
Chinesische Bohrmethode 153
Bohren mit continuirlichem Wasserstrom 180
Andere Bohrmethoden 195
Das Bohren in anderer als abwärts senkrechter Richtung . . 196
a. Stossendes Bohren 197
b. Drehendes Bohren 199
Dritter Abschnitt. Die Hauerarbeiten und das Gezähe 202
A. Handarbeit . 203
I. Wegfüllarbeit 203
II. Keilhauenarbeit 205
a. Das Gezähe 205
b. Die Ausführung der Arbeit 211
III. Schlägel- und Eisenarbeit 214
a. Gezähe . 214
b. Die Ausführung der Arbeit 215
IV. Die Hereintreibearbeit 217
a. Gezähe . 217
b. Die Ausführung der Arbeit 218
V. Sprengarbeit 218
a. Gezähe . 219
b. Sprengmaterialien 226
1. Gewöhnliches Schiesspulver 226
2. Andere Pulversorten 237
aa. Comprimirtes Pulver 237
bb. Pulver von Harvey 238
cc. Gemengtes Pulver 238
dd. Pulver von Davey 239
ee. Lithofracteur 239
ff. Chemisches Schiesspulver von Schultze 239
gg. Pulver von der Grube zu Brandeisl 241

Seite
hh. Pulver von Küp 241
ii. Pulver von Neumeyer 242
kk. Haloxylin 242
ll. Sprengsalpeter 243
mm. Sprengpulver von Dessignolle 244
nn. Ammoniakrut 245
oo. Diorrexin 246
pp. Heraklin 246
qq. Verschiedene Pulversurrogate 247
3. Nitrilverbindungen als Sprengmittel 248
aa. Nitroglycerin oder Sprengöl 248
bb. Sprengpulver von Nobel 263
cc. Dynamit 263
dd. Dualin 282
ee. Verbesserter Lithrofracteur 284
ff. Coloniapulver 286
gg. Fulminatin 286
hh. Nobel's neue patentirte Pulvermischungen u. a. m. . 287
4. Schiessbaumwolle 289
5. Schiesspapier 300
6. Sprenggelatine und Gelatinedynamit 300
c. Besetzen und Wegthun der Bohrlöcher 303
1. Patrone 303
2. Besatz 305
3. Zündung 307
d. Ausführung der Sprengarbeit 320
VI. Das Feuersetzen 326
VII. Anwendung des Wassers 331
a. Ausdehnend 331
b. Auflösend 331
1. Sinkwerke 331
2. Spritzwerke 331
c. Fortschaffend 334
VIII. Anwendung eines Sandstrahls 334
B. Maschinenarbeit 335
I. Maschinenbohren 335
a. Stossendes Bohren 336
1. Maschine von Schumann und Bergström 336
2. Maschine von Thomas Bartlett 337
3. Maschine von Someiller 337
4. Maschine von Dubois und François 340
5. Maschine von Schwartzkopff & Hipp 342
6. Maschine von Sachs 343
7. Maschine von Haupt 351
8. Maschine von Donking 352
9 Maschine von Tigler 353
10. Maschine von Osterkamp 354
11. Maschine von Burleigh 356

Seite
12. Maschine von Brydon, Davidson und Warrington . . 358
13. Maschine von Mc Kean 361
14. Maschine von Ingersoll 362
15. Maschine von Darlington 362
16. Andere Maschinen und Gestelle 367
b. Drehendes Bohren 380
Maschine von Lisbet, v. Balzberg, Richards und Abegg . 380
Maschine auf ver. Bonifacius 384
Maschine von Staněk und Reska 386
Maschine von Jordan 388
Maschine von Loch u. a. m. 390
Maschine von de la Roche Tolay 390
Maschine von Brandt 393
Maschine von Jarolimek 398
II. Maschinen zum Schrämen und Schlitzen 402
a. Schrämmaschinen mit hauendem Arbeitszeuge 404
1. Maschine von W. und S. Firth 404
2. Maschine von Grafton Jones 406
3. Maschine von Hoppe 407
4. Maschine von Lilienthal 407
b. Schrämmaschinen mit stossendem Arbeitszeuge 408
1. Maschine von Carrett Marshall & Co. 408
2. Maschine von Rothery 411
3. Maschine von Schram 411
4. Maschine von Dr. Clapp 412
5. Maschine von Norris 413
6. Maschine von Neuerburg 414
c. Schrämmaschinen mit schneidendem Arbeitszeuge . . . 415
1. Maschine von Turley 415
2. Maschine von Walker 415
3. Maschine von Gillott und Copley 415
4. Maschine von Winstanley und Barker 417
5. Maschine von Frederick Hurd & Co. 417
6. Maschine von Staněk und Reska 418
7. Maschine von Gledhill 420
Allgemeines 421
III. Maschinen zur Gewinnung unter Vermeidung der Schiessarbeit 423
Maschine von Grafton Jones 424
Maschine von Chubb 424
Maschine von Bidder und John Jones 426
Bosseyeuse in Belgien 428
Treibkeil von Levet 429
Kalkpatronen 429
Maschine von Penrice 430
Tunnelfraismaschine von Brunton 431
Maschine von Henley 433
Maschine von Beach 433
Andere Maschinen 435

Seite

Vierter Abschnitt. Gruben und Grubenbaue. Ausrichtung, Vorrichtung und Abbau 437
A. Gruben 438
A. Stolln 439
B. Schächte 447
Der Grundriss der Schachtscheibe 450
Wahl des Schachtpunktes 458
Methoden des Abteufens 460
I. Für seigere Schächte 460
II. Für tonnlägige Schächte 472
III. Für gebrochene Schächte 473
C. Ausrichtung von Tiefbauschächten aus. Sohlenbildung 473
D. Strecken 479
E. Lösung alter Baue 480
F. Abbaumethoden 484
I. Abbaumethoden mit Bergversatz 485
a. Firstenbau 485
b. Strossenbau 495
c. Seitenstrossenbau mit Seitenfirstenbau 503
d. Stossbau 504
e. Querbau 506
f. Strebbau 517
II. Abbaumethoden ohne Bergversatz 530
a. Pfeilerbau 530
1. Pfeilerabbau auf Steinkohlenflötzen 530
aa. Streichender Pfeilerbau 531
Schutz der Oberfläche 559
bb. Diagonaler und schwebender Pfeilerbau 561
cc. Abbaumethoden auf den Steinkohlenflötzen in England 566
dd. Abbau von Steinkohlenflötzen, welche ein mächtiges Bergmittel enthalten 569
ee. Schüttungsverhältnisse der Steinkohlenflötze und Abbauverluste 571
2. Pfeilerbau auf Braunkohlenflötzen 572
b. Theilweiser Abbau und Oerterbau 582
c. Stockwerks- und Weitungsbau 590
1. Stockwerksbau 590
2. Weitungsbau 591
d. Bruchbau 605
1. Etagenbruchbau 605
2. Eigentlicher Bruchbau 607
III. Besondere Abbaumethoden 609
a. Tummelbau 609
b. Kuhlenbau 610
c. Duckelbau 610
d. Abbau von Putzenwerken 611
IV. Sinkwerke 611
B. Tagebau 618

Seite
I. Gräbereien 620
a. Gewinnung von Raseneisenstein 620
b. Gewinnung von Torf 620
II. Seifenwerke 621
III. Aufdeckarbeit 622
IV. Pingenbau 624
Fünfter Abschnitt. Grubenausbau 626
A. Zimmerung 629
I. Material 629
II. Allgemeine Grundsätze bei der Zimmerung 646
III. Zimmerung in Strecken und Abbauen 648
a. Einfache Zimmerung 648
b. Zusammengesetzte Zimmerung 652
1. Firstenkasten 652
2. Thürstockzimmerung 655
Ausbau in Eisen 661
3. Zimmerung in geneigten plattenförmigen Lagerstätten . 672
c. Rauben der Zimmerung 672
d. Getriebezimmerung (Abtreibearbeit) 673
IV. Zimmerung in Schächten 680
a. Bei standhaftem Gebirge 680
1. In seigeren Schächten 680
aa. Mit rechteckigem Querschnitt 680
bb. Mit quadratischem Querschnitt 684
cc. Mit polygonalem Querschnitt 684
dd. Mit rundem Querschnitt 685
Eiserner Ausbau 685
2. In tonnlägigen Schächten 690
b. In losem, lockerem, schwimmendem Gebirge (Abtreibearbeit) 691
B. Mauerung 698
I. Materialien 699
a. Steine 699
1. Bruchsteine 699
2. Ziegelsteine 700
b. Bindemittel 703
1. Luftmörtel 703
2. Hydraulische Mörtel 705
aa. Trassmörtel 706
bb. Wasserkalke und natürliche Cemente (Romancemente) 708
cc. Künstliche oder Portland-Cemente 710
dd. Beton 715
3. Sonstige Bindemittel 716
II. Arten der Mauerung 716
a. Scheibenmauer 716
b. Gewölbe 717
III. Mauerung in Strecken 721
IV. Gewöhnliche Ausmauerung von Schächten 731
a. Seigere Schächte 731

Seite
1. Aufsteigende Ausmauerung 731
2. Absatzweise Ausmauerung 734
b. Tonnlägige Schächte 737
C. Wasserdichter Ausbau 737
I. Cuvelage in Holz 738
II. Wasserdichte Mauerung 746
a. Aufmauern von unten 746
b. Absatzweise Mauerung 756
III. Cuvelage in Gusseisen 761
D. Bohrschächte und deren Cuvelirung 772
E. Senkschächte . 783
I. Senkmauerung 786
II. Gusseiserne Senkschächte 801
III. Senkschächte von Eisenblech 804
IV. Senkschächte von anderem Material 809
V. Abschluss des Fusses der Senkschächte 813
F. Verdämmungen in Strecken und Schächten 818
I. In Strecken 818
a. Holzdämme 819
1. Stehende Dämme 819
2. Liegende Dämme 821
3. Schleusendämme 823
4. Keildämme 824
b. Gemauerte Dämme 828
1. Massive Mauerkörper 828
2. Cylinder- und Kugeldämme 833
c. Dammthüren 835
II. Verdämmungen in Schächten 840

Einleitung.

Man hat unterschieden und definirt:

1. Bergbau im engeren Sinne ist das Geschäft der Gewinnung nützlicher Mineralien aus der Masse der Erde,
2. Bergbau im weitesten Sinne ist der Inbegriff aller technischen Einrichtungen zur Ausübung des Berg- und Hüttenwesens nebst allen Veranstaltungen, die zur Erreichung des Zweckes erforderlich sind.

Die Lehre von dem Bergbau im engeren Sinne hat man Bergbaukunst, vom Bergbau im weitesten Sinne Bergbaukunde genannt. Dergleichen Unterscheidungen sind überflüssig und sinnverwirrend. Hier soll unter Bergbaukunde verstanden werden: die Beschreibung aller Veranstaltungen und Vorkehrungen zur Aufsuchung, Gewinnung und Förderung der nutzbaren Mineralkörper, sowie die Erläuterung und kritische Sichtung der dabei zu befolgenden, auf Wissenschaft und Erfahrung sich stützenden Regeln und Grundsätze.

Ausser den sonstigen Localverhältnissen ist für die Ausführung des Bergbaues insbesondere bestimmend die Art, wie das zu gewinnende nutzbare Fossil in der Natur vorkommt, d. h. seine Lagerung in Bezug auf die Masse der Erde und in Bezug auf die räumliche Erscheinung, wodurch jeder Bergbau gewissermassen eine örtliche Physiognomie annimmt. Demnach muss die Bergbaukunde mit einem Ueberblick der verschiedenen Arten des Vorkommens der nutzbaren Mineralien, d. h. mit der Lehre von den besonderen Lagerstätten und deren Störungen beginnen und kann dann erst zur Beschreibung der verschiedenen Veranstaltungen vorgehen. Die reiche Fülle des Stoffs lässt sich der bequemeren Betrachtung wegen nach folgenden Abschnitten behandeln:

Erster Abschnitt. Vorkommen der nutzbaren Mineralien.

Zweiter Abschnitt. Aufsuchung der Lagerstätten.

Dritter Abschnitt. Hauerarbeiten und Gezähe.
Vierter Abschnitt. Ausrichtung, Vorrichtung und Abbau.
Fünfter Abschnitt. Grubenausbau.
Sechster Abschnitt. Förderung.
Siebenter Abschnitt. Fahrung.
Achter Abschnitt. Wetterführung.
Neunter Abschnitt. Wasserhaltung.

Bei den Vorlesungen ist noch ein zehnter Abschnitt: die mechanische Aufbereitung der gewonnenen Mineralien, angereiht worden, indem die Arbeiten, welche für den direkten Gebrauch der Mineralien oder für die Zwecke des Hüttenmannes nothwendig werden, so weit sie auf den Bergwerken selbst vorgenommen werden, zur Bergbaukunde gerechnet wurden. Wir ziehen es vor, die Lehre von der Aufbereitung hier auszuschliessen, weil sie als selbstständiges technisches Gebiet eine weitläufigere Behandlung verdient, als ihr hier zu Theil werden könnte.

ERSTER ABSCHNITT.

Das Vorkommen der nutzbaren Mineralien[1]).

Die nutzbaren Fossilien im Gegensatz zu den Gesteinen treten in der allgemeinen Architektur der Erdrinde stets in räumlich geringer Verbreitung auf, ihr Vorkommen ist den Gesteinen (Gebirgsformationen) untergeordnet, sie bilden innerhalb jener besondere Lagerstätten. Lagerstätte bezeichnet daher das Vorkommen der nutzbaren Mineralien. Die Art des Vorkommens, das räumliche Verhalten der Lagerstätten, das Einbrechen der Fossilien auf ihnen sind sehr verschieden, diese Verschiedenheiten aber überaus wichtig für den praktischen Bergbau. Dabei sind zunächst zu unterscheiden Lagerstättenformen, welche dem Gestein eingelagert oder von diesem umgeben sind, von solchen, welche Auflagerungen auf dem Gestein bilden; ferner sind die Lagerstätten nach ihrem räumlichen Auftreten mit Zuhilfenahme genetischer Merkmale zu sondern. Hiernach gruppiren sich, obwohl die Gränzen nicht überall scharf geschieden sind:

A. Eingelagerte Lagerstätten.
- I. Plattenförmige Lagerstätten.
 - a. Gänge,
 - b. Lager und Flötze.
- II. Massige Lagerstätten.
 - a. Stöcke,
 - b. Stockwerke.
- III. Andere unregelmässige Lagerstätten.
 - a. Nester,
 - b. Putzen,
 - c. Nieren.

[1]) Gaetzschmann: Die Auf- und Untersuchung von Lagerstätten nutzbarer Mineralien. Freiberg 1856. Zweite Auflage. Leipzig 1866. — J. Grimm: Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien. Prag 1869. — Dr. von Groddeck: Die Lehre von den Lagerstätten der Erze. Ein Zweig der Geologie. Leipzig 1879.

B. Aufgelagerte Lagerstätten.

IV. Trümmerlagerstätten (Seifen).

V. Oberflächliche Lagerstätten.

Eine geeignete Unterscheidung gibt Groddeck[2]), indem er die Lagerstätten eintheilt in:

1. geschichtete Lagerstätten,
2. massige Lagerstätten,
3. Hohlraumsfüllungen,
4. metamorphische Lagerstätten.

Doch gibt er zu, dass das räumliche Verhalten und die Beziehungen zu dem Nebengestein, auf welchen diese Eintheilung beruht, allein die Merkmale zur Unterscheidung noch nicht abgeben, es muss vielmehr die Natur der Lagerstätte auch nach anderen Richtungen hin berücksichtigt werden.

A. Eingelagerte Lagerstätten.

I. Plattenförmige Lagerstätten.

Die Benennung „plattenförmige Lagerstätten" ist dadurch bezeichnend, dass zwei Erstreckungen vorherrschen, die dritte und zwar die Dicke oder Mächtigkeit tritt vor den beiden anderen zurück, so dass man hier von Ebenen der Lagerstätten sprechen kann. Auch dem Begriff der Plattenform entspricht ferner, dass die Substanz einer solchen Lagerstätte an zwei Seiten von Flächen begränzt wird, welche im Grossen und Ganzen — wenn auch nicht mathematisch — zu einander parallel sich ausdehnen und die Begränzungen gegen das Gestein bilden, welchem die Lagerstätte untergeordnet ist. Diese beiden Flächen sind räumlich gleichwerthig bei vertikal aufgerichteter d. i. seigerer Stellung; in jeder anderen Lage unterscheidet sich die obere von der unteren Begränzung, jene heisst dann das Hangende oder (bei Flötzen) das Dach, diese das Liegende oder die Sohle, welche Ausdrücke aber auf das zunächst darüber, beziehungsweise darunter lagernde Gestein bezogen werden.

Von den drei Dimensionen der Lagerstätten fällt die eine, die Mächtigkeit, ganz in die Substanz und ist in Bezug auf ihre Richtung im Raume durch die Lage der seitlichen Begränzungen, des Hangenden und Liegenden, bestimmt. Die beiden anderen Dimensionen liegen innerhalb der Begränzungsflächen, sie werden in Beziehung auf einander indifferent, wenn sich die plattenförmige Lagerstätte horizontal ausdehnt, d. h. die Mächtigkeit in vertikaler Richtung zu messen ist, dagegen unterscheiden sich in jedem anderen Falle Länge oder Erstreckung in söhliger Richtung und Erstreckung in die Tiefe, beziehungsweise in die Höhe.

[2]) von Groddeck a. a. O. S. 9.

Die Längenrichtung im Raume heisst im Allgemeinen das Streichen; diese Richtung wird durch die söhlige Streichlinie, ihre Lage im Raume durch den Winkel (Streichwinkel), welchen die Streichlinie mit einer constanten Linie oder Ebene, mit der Ebene des magnetischen Meridians oder der magnetischen Mittagslinie macht, bestimmt, wobei die Abweichung des magnetischen Meridians (Declination) zur Festsetzung des wahren Streichens zu berücksichtigen ist[3]).

Die Richtung der dritten Dimension bestimmt sich bei nicht söhligen plattenförmigen Lagerstätten durch die Falllinie, welche rechtwinkelig zur Streichlinie innerhalb der Ebene der Lagerstätte gezogen wird, also in der Richtung, falls keine seigere Stellung der Lagerstätte vorhanden, um 6 Stunden von der Streichlinie abweicht. Zunächst kommt der Grad der Neigung der Falllinie in Betracht, d. h. der Fallwinkel der Lagerstätte, schlechthin auch das Fallen genannt, ferner bei einem Fallen unter 90 Grad auch die Weltgegend, da bei unverändertem Streichen diese Richtung nach der einen oder andern, unter einander um 12 Stunden verschiedenen Seite gekehrt sein kann[4]).

Die bildliche Darstellung der Lagerstätten (wie der Grubenbaue) erfolgt im Allgemeinen durch Projektionen auf drei zu einander rechtwinkelige Ebenen, worüber das Detail in der Markscheidekunst zu lehren ist. Man unterscheidet: 1. Grundriss, d. i. ein söhliger Durchschnitt oder die söhlige Projection, welche das Streichen zeigt, während die Fallrichtung durch einen Pfeil (↓) mit beigeschriebener Gradzahl, ebenso die Mächtigkeit durch hinzugefügte Zahlen angedeutet wird. 2. Seigerriss, die seigere Projektion, welcher meistens nur bei Grubenbauen angewendet wird, wenig bei Lagerstätten. 3. Profile, Seigerdurchschnitte, dem vorigen nahe stehend; man stellt Quer- und Längenprofile dar, von denen die ersteren Fallwinkel und Mächtigkeit zeigen. Die Profillinien, in welchen die Durchschnitte gedacht sind, werden im Grundriss angegeben, wie andererseits in den Profilen und Seigerrissen das Niveau der Grundrissebene. 4. Flache Risse werden nur bei Grubenbauen angewendet und stellen dieselben in der Projektion auf die Ebene der Falllinie der Lagerstätte dar[5]).

Nach diesen allgemeinen Betrachtungen folgen nunmehr die einzelnen Formen der plattenförmigen Lagerstätten.

[3]) Die Bestimmung des Streichens erfolgt durch den Compass, welcher, im Gegensatz zu der in Graden eingetheilten Boussole, in zwei Mal 12 Stunden (in Oesterreich in 24 Stunden) getheilt ist; eine Stunde ist gleich 15 Graden; die Stunde wird weiter eingetheilt in Achtel oder Sechszehntel. Sollen die Seiten der Streichrichtung angegeben werden, so muss noch die Weltgegend bezeichnet werden. Wie beim Abnehmen des Streichens mit dem Compass verfahren wird, ist in der Lehre von der Markscheidekunst weiter zu verfolgen.

[4]) Die Ermittelung des Fallwinkels erfolgt durch den Gradbogen.

[5]) von Groddeck a. a. O. S. 8.

a. Gänge.[6])

Der Unterschied zwischen Gängen und Lagern (Flötzen) ist genetischer Natur; letztere sind dem geschieferten und geschichteten Gebirge parallel eingelagert, repräsentiren in einzelnen Fällen nichts anderes als durch ihre Substanz ausgezeichnete Schichten oder Glieder der Formation, sind in anderen Fällen dem Gebirgsgliede auch wohl nur im Ganzen parallel, tragen aber immer die Kennzeichen gleichzeitiger Bildung (im geognostischen Sinne) mit dem umgebenden Gestein.

Im Gegensatz hierzu erscheinen die Gänge als ausgefüllte Spalten, stehen also in räumlicher Hinsicht mit der Entstehung des Gebirges, in dem sie vorkommen (aufsetzen), zunächst in keinem causalen Zusammenhange und sind jünger als dieses, welches bei der Bildung der Spalten vorhanden sein musste. Diese Verhältnisse der Spaltenbildungen zeigen sich besonders deutlich innerhalb geschichteter Formationen. Als Ausnahmen von dem allgemein geschilderten Auftreten der Gänge erscheinen die Lagergänge[7]), welche zum Theil dem umgebenden Gebirge parallel liegen, und die Contactlager, von Anderen Contactgänge[8]) genannt, an der Gränze zweier Gebirgsglieder. Man findet aber auch hier, wie bei allen anderen Gangformen, die Spalte und die später in dieselbe eingetretene Ausfüllungsmasse.

Je nach der ausfüllenden Substanz hat man zu unterscheiden: 1. Gesteingänge, wie Granit-, Porphyr-, Basalt-Gänge, welche an dieser Stelle nur wegen der durch sie verursachten Störungen in den Lagerstätten von Interesse sind. 2. Mineralgänge, welche übergehen in 3. Erzgänge. Die letzteren allein fallen in das Gebiet der vorliegenden Betrachtung, da es einerseits hier nur auf die Lagerstätten nutzbarer Mineralien ankommt, andererseits andere Mineralien, als Erze, wie Steinkohlen[9]), Braunkohlen, Salz, noch nie in Gängen gefunden sind.

Zur richtigen Beurtheilung sind hier einige eigenthümliche Bezeichnungen des bergmännischen Sprachgebrauchs aufzuführen:

Adel oder Edelkeit wird von Gängen mit grossem Erzgehalt gebraucht; dem entsprechend ist ein Gang reichhaltig, wenn er edele Erze (Geschicke) in grösserer Quantität, arm, wenn er grobe Geschicke führt. Höfflich wird von einem Gange, auch vom Gebirge gesagt, wenn darin reichhaltige Erze, beziehungsweise Gänge aufsetzen; ist dies nicht der Fall, so heisst der Gang rauh; taub ist der Gang, wenn er leer von Erzen ist. — Statt der Benennung „Gänge“ bezeichnet man dasselbe Vor-

[6]) von Groddeck a. a. O. S. 31. 152. 313.

[7]) von Groddeck a. a. O. S. 190.

[8]) von Groddeck a. a. O. S. 38.

[9]) Das Ansprechen eines Steinkohlenvorkommens in der Gegend von Lübbecke in Westfalen als Gang hat wohl auf Täuschung beruht.

kommen mit „Kluft", z. B. in Siebenbürgen, worunter eigentlich eine unausgefüllte Spalte zu verstehen ist, auch mit „Blatt", z. B. in Salzburg, Tyrol, überhaupt in Oesterreich. — Adern sind sehr schmale Gänge; Rücken, gangartige Ausfüllungen, in Riechelsdorf und im Mansfeldischen. —

Bei der Erörterung über die Natur der Gänge hat man zu betrachten:

1. das räumliche Verhalten der Gangspalten,
2. die Ausfüllungsmasse,
3. das Verhalten zum Nebengestein,
4. das Verhalten der Gänge zu einander.

1. Das räumliche Verhalten der Gangspalten.[10])

Gänge sind an kein bestimmtes Streichen[11]) gebunden, sie sind darin unabhängig von dem umgebenden Gestein, übrigens aber in einer und derselben Gegend und innerhalb derselben Gangformationen im Grossen und Ganzen von einerlei Streichen.

Im Königreich Sachsen unterscheidet man:

stehende Gänge	in hor.	12	bis	3	streichend,
Morgengänge	„ hor.	3	„	6	„
Spatgänge	„ hor.	6	„	9	„
flache Gänge	„ hor.	9	„	12	„

ähnlich ist es in Cornwall, wo man 12, 6, 3, und 9 o'clock veins mit dem bezüglichen Streichen von N. nach S., O nach W., NO. nach SW. und SO. nach NW. unterscheidet. In anderen Gegenden hat man Mitternacht-, Morgen-, Abend- und Mittaggänge, in noch anderen Mitternacht- und Morgengänge, oder auch nur stehende und Spatgänge. — Die Stunden 3, 6, 9, 12 nennt man in Rücksicht auf die Bezeichnung der Gänge Wechselstunden und spricht von tiefstreichend, wenn das Streichen des Ganges im Anfang, von hochstreichend, wenn es gegen das Ende der Abtheilung zwischen zwei Wechselstunden liegt.

Der Fallwinkel der Gänge[12]) ist meist stark, nicht häufig unter 45 bis 50 Grad, selten 25 bis 15 Grad; die schwachfallenden Gänge erachtete man früher als Flötze.

Man bezeichnet Gänge

mit einem Fallen von	0	bis	15	Grad	als	schwebend,
„ „ „ „	15	„	45	„	„	flachfallend,
„ „ „ „	45	„	75	„	„	tonnlägig,
„ „ „ „	75	„	90	„	„	seiger,

am besten wäre es stehend, über 45 Grad fallend, und flach, unter 45 Grad fallend, zu unterscheiden.

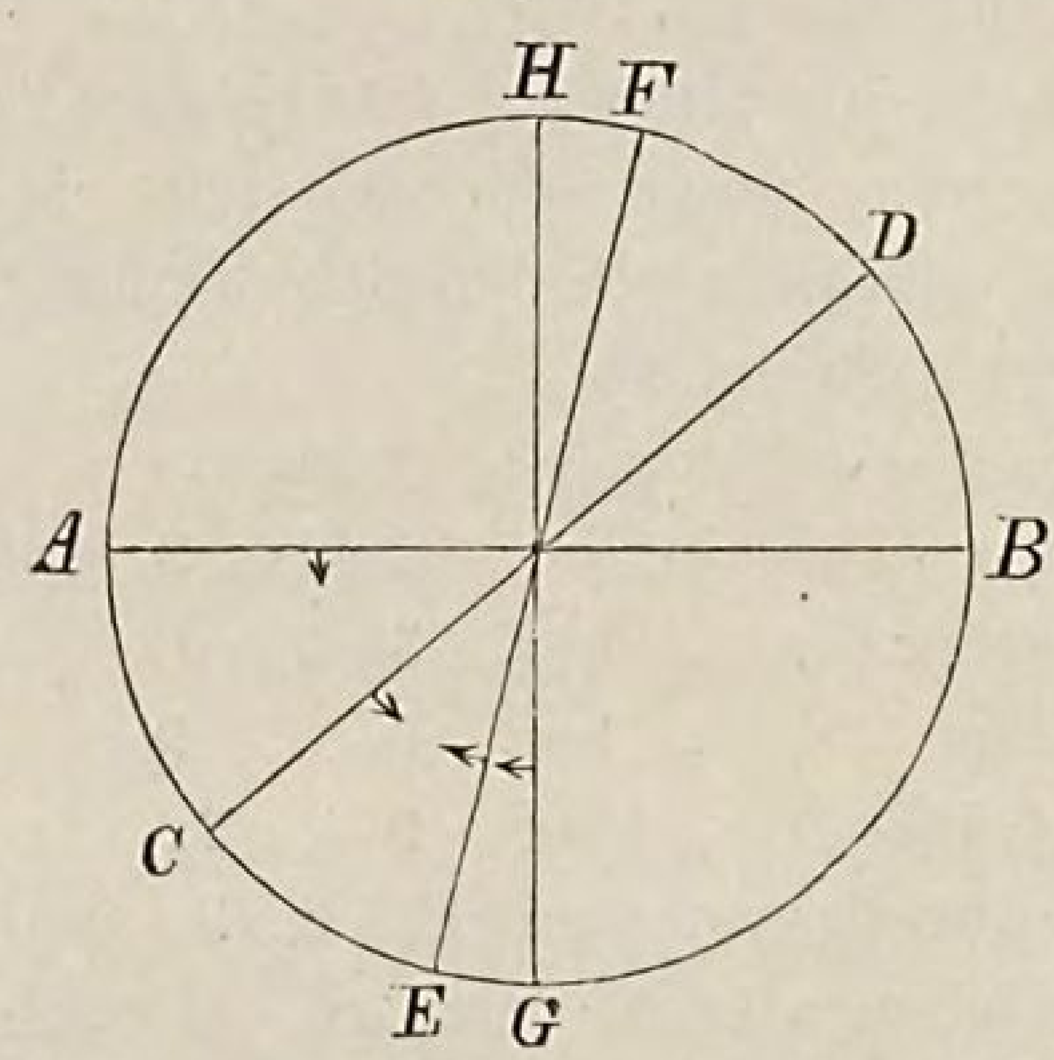
[10]) von Groddeck a. a. O. S. 5.

[11]) von Groddeck a. a. O. S. 39.

[12]) von Groddeck a. a. O. S. 42.

In Bezug auf die Fallrichtung spricht man von rechtsinnig und widersinnig, welche Ausdrücke indess sehr verschieden gebraucht werden; sie haben den meisten Sinn, wenn sie auf geschichtetes Nebengestein bezogen werden und dann auch zunächst nur bei solchen Gängen, welche das ursprüngliche Streichen beibehalten. Bei Gängen von gleichem Streichen ist die Unterscheidung der Ausdrücke von selbst klar; bei verschiedenem Streichen sind ein Gang und eine Schicht oder zwei Gänge rechtsinnig, wenn ihre Falllinien, errichtet auf den Streichlinien, innerhalb desselben Quadranten, nach ein und derselben Seite sich in die Tiefe erstrecken, widersinnig dagegen, wenn sie nach verschiedenen Seiten gerichtet sind. Bildet z. B. in Figur 1. AB die Ausgangsrichtung und bildet man hierzu

Fig. 1.



den Quadranten, durch die Linie GH, so sind die Gänge AB und CD, EF und GH rechtsinnig, CD und EF, CD und GH, EF und AB widersinnig, AB und GH indifferent. Indess werden diese Ausdrücke nach den verschiedenen Localitäten sehr verschieden gebraucht. In Freiberg waren sie ursprünglich nur für stehende und flache Gänge giltig; das Fallen gegen W. hiess rechtsinnig, gegen O. widersinnig; später sah man auch Morgengänge nach NW. fallend und Spatgänge nach SW. fallend, als rechtsinnige an, so dass die theilweise Richtung nach W. in Betracht gezogen wird. In Schemnitz bezeichnet man gerade umgekehrt alle nach O. fallenden Gänge rechtfallend, in Joachimsthal werden diejenigen Gänge rechte genannt, welche parallel mit dem Gebirgsabhange fallen. Auf dem Oberharze ist das gewöhnliche Fallen der von NW. nach SO. streichenden Bleierzgangzüge nach SW., das entgegengesetzte bezeichnet man als verkehrtes Fallen.

Die Streich- und Falllinien verlaufen zwar im Allgemeinen ziemlich gerade, erleiden aber im Einzelnen vielfache Krümmungen; daher fasst man die mittlere Richtung zusammen und nennt dieselben Hauptstreichen und Hauptfallen, die Abweichungen davon Specialstreichen und Specialfallen. Für grössere Veränderungen hat man besondere Ausdrücke:

Ein Gang kommt aus seiner Stunde, seinem Fallen, d. h. er verändert sein Streichen, sein Fallen; der Gang schlägt einen Haken, d. h. er verändert seine Richtung fast um einen rechten Winkel; von einem Gange, der ein stärkeres Fallen annimmt, sagt man: „er stürzt sich", bei schwächerem Fallen: „er verflacht sich" oder „er hebt sich". Beispiele solcher Wendungen bieten die Gänge in der Gegend von Dillenburg, auch von Andreasberg im Harz [13]). Bei Veränderungen des Fallens ist oft der Einfluss des Gesteins auf die Spaltenbildung bemerkbar, wie bei dem Hollerter Zug im Sayn'schen, bei dem Gangzuge von Holzappel an der Lahn; die Bleiglanzgänge im Cumberland werden oft auf mehrere Meter fast söhlig. Uebrigens kehren die Gänge nach derartigen Ablenkungen häufig wieder in die alte Richtung zurück.

Sehr selten ist die Erscheinung, dass sich Gänge etwas aufbiegen und dann wieder in die Tiefe fallen, wie bei dem Angsbacher Gange im Neuwied'schen und dem Hollerter Zuge im Sayn'schen; ebenso findet man es selten, dass der Gang in der Tiefe eine ganz entgegengesetzte Fallrichtung annimmt, wie der Samsoner und der Neufänger Gang bei Andreasberg, oder dass er an seinen beiden Enden ein verschiedenes Fallen hat, wie der Abendstern Morgengang auf Neuer Morgenstern bei Freiberg, oder der Hohensüsser Kobaltrücken bei Riechelsdorf in Hessen [14]), oder der Teufelsgrunder Gang im Münsterthale bei Freiburg im Breisgau [15]).

Den Gängen eigenthümlich ist das Zerspalten in mehrere Zweige, welche von einem Hauptstamme ausgehen oder auch in mehr gleichförmiger Richtung neben einander hinlaufen, sich abwechselnd wieder vereinigen und abermals trennen. Solche Zweige heissen Trümmer [16]), und man unterscheidet Haupttrum, Nebentrum, Seitentrum, hangendes, liegendes Trum; Ausläufer oder Abkommende sind solche Trümmer, die im Nebengestein aufhören und verlaufen, Schnüre sind die kleinsten Trümmer und Ausläufer. Eine eigenthümliche Art von Trümmern sind solche, welche von einem Gange abgehen und zu einem anderen, benachbarten hinübersetzen, wie sie am Harz zu beobachten sind; solche Trümmer heissen Quertrümmer [17]). Mit den Trümmern nicht zu verwechseln sind die Gefährten, weniger mächtige Gänge, welche einen Hauptgang mit ähnlichem Verhalten zu beiden Seiten begleiten. Anschauliche Abbildungen dieser Verhältnisse finden sich in von Weissenbach: „Abbildungen merkwürdiger Gangverhältnisse aus dem sächsischen Erzgebirge". — Trümmer, Ausläufer

[13]) Kühn, Handbuch der Geognosie. Freiberg 1836. Bd. II, S. 302.

[14]) Kühn a. a. O. S. 305.

[15]) Daub, der Bergbau des Münsterthals bei Freiburg im Breisgau, in Karsten und v. Dechen Archiv neue Folge. Bd. XX. S. 501.

[16]) von Groddeck a. a. O. S. 32.

[17]) Zimmermann, die Erzgänge und Eisenstein-Lagerstätten des nordwestl. hannov. Oberharzes in Karsten Archiv neue Folge. Bd. X. S. 27 ff.

u. s. w. kommen besonders bei mächtigeren Gängen vor, stehen aber nicht nothwendig mit der Mächtigkeit in Zusammenhang; viele Trümmer sind beobachtet bei den Gängen in Cornwall, bei den Quecksilbergängen der Pfalz, bei den siebenbürgischen Gängen, bei dem Gange der Kupfererzgrube Kapunda in Australien u. a. m. — Nur in seltenen Fällen setzen Trümmer unter Winkeln von 50, 60 und mehr Graden von dem Haupttrume ab, Ausnahmen zeigen sich z. B. bei den Gängen in der Gegend von Dillenburg[18]).

Die Ausdehnung der Gänge nach Streichen und Fallen ist sehr verschieden; manche Gänge sind auf mehrere 1000 Meter im Streichen, mehrere 100 Meter im Fallen bekannt und verfolgt, andere setzen kurz ab. Fälle von wirklichem Aufhören der Gänge, namentlich nach der Tiefe, sind indess wenig constatirt, weil der Bergbau meist früher aufgehört hat wegen Taubheit, geringer Mächtigkeit der Gänge. Gänge, deren Tiefstes nur wenig unter die Erdoberfläche niedersetzt, nennt man Rasenläufer[19]); doch muss man vorsichtig sein mit der Anwendung dieses Begriffs, da nicht selten derartige Gänge bei späterer Untersuchung noch einen lohnenden Bergbau in weiterer Tiefe gestattet haben. Es kommt andererseits vor, dass Gänge ein eigentliches Ausgehendes nicht haben, selbstredend wenn Formationen späterer Entstehung, als die des Ganges, über das Gang führende Gebirge aufgelagert sind, aber auch wenn durch Zertrümmerungen, Geschlossenheit der Spalten das Aufsetzen des Ganges unkenntlich gemacht ist.

Die Mächtigkeit der Gänge[20]) ist sehr verschieden, sie wechselt von Papierdicke, wie bei den Tellurklüften zu Offenbanya, und Centimeterdicke, wie bei manchen Zwittergängen, bis zu vielen Metern. Die Freiberger Gänge zeigen nur eine geringe Mächtigkeit, selten übersteigt sie die von 0,785 bis 1,308 Meter, eine Ausnahme macht der Halsbrückner Spat, der 3 bis 4 Meter mächtig wird, sowie der Ludwig- und der Drei-Prinzen-Spat von 2 bis 3 Meter Mächtigkeit; sehr mächtig dagegen treten die Harzer Gänge auf, wobei man freilich die Trümmer hinzurechnet: der Silbernaaler Zug bei Clausthal ist 20,924 bis 31,385 Meter, selbst 52,309 Meter mächtig bekannt, der Burgstädter Zug zeigt bis 41,847 Meter und mehr, der Lautenthaler Glücksgang sogar bis 83,694 Meter Mächtigkeit. Mächtig sind auch die Gänge im Siegener Lande. Die Veta madre in Guanaxuato ist nach Humboldt bei zusammenstossenden Trümmern 32,955 bis 54,924 Meter, selbst 62,771 Meter mächtig und 12554 Meter im Streichen bekannt. Schmal sind die Gänge in Cornwall und Devonshire, meist 0,944 bis 1,15 Meter, zum Theil 3,060 bis 4,551 Meter, nur ganz local 9,102 bis 12,240 Meter, selten haben dieselben mehr als 1,875 Kilometer Längen-

[18]) Kühn a. a. O. S. 340.

[19]) von Groddeck a. a. O. S. 44.

[20]) von Groddeck a. a. O. S. 44.

ausdehnung. Sehr schmal sind die Gänge zu Kongsberg in Norwegen[21]). Bei Ehrenfriedersdorf nehmen 10 bis 15 schmale Zwittertrümmer eine Breite von nur 3,139 bis 4,185 Meter ein.

Wenn man auch über die Zu- und Abnahme der Mächtigkeit im Vergleich zur Längen- und Tiefenausdehnung allgemeine Regeln nicht aufstellen kann, so zeigt sich doch häufig, dass weit fortsetzende Gänge auch mächtig sind. Im Allgemeinen findet man die Mächtigkeit selten über 10 bis 20 Meter; wo vorstehend eine grössere erwähnt ist, hat man es gewöhnlich mehr mit einem System neben einander hinsetzender, sich bald vereinigender, bald auseinandergehender einzelner Gänge zu thun, wobei das Nebengestein alsdann mitgerechnet wird; die Extreme der Mächtigkeit liegen in den meisten Fällen zwischen 0,052 und 4,185 bis 6,277 Meter.

Schwankungen in der Mächtigkeit eines Ganges sind häufig, wie sich bei Spaltenbildungen dies nicht anders erwarten lässt; sie sind theils bedingt durch die Festigkeit des durchsetzten Gesteins, theils stehen sie auch wohl im Zusammenhange mit der später zu besprechenden Erscheinung des Gesunkenseins eines Gebirgstheils. Veränderungen in der Mächtigkeit sind: Verschmälerung, wobei das Gebirge an beiden Seiten des Ganges näher aneinander tritt, den Gang zusammendrückt; bleibt in solchem Falle nur eine Kluft übrig, so ist der Gang verdrückt; tritt dagegen das Gebirge auf beiden Seiten des Ganges auseinander, so sagt man: „der Gang thut sich auf“, wird dies sehr stark: „der Gang wirft einen Bauch“. In den meisten Fällen wird das Verschmälern und das Aufthun an ein und demselben Gange wiederholt beobachtet werden können[22]).

Wie in der Mächtigkeit, treten auch Veränderungen der Gänge in der Längen- und Tiefenausdehnung ein, die zum allmäligen oder plötzlichen Aufhören führen. Ein Gang keilt sich aus, wenn das auf beiden Seiten begränzende Gebirge so nahe aneinander herantritt, dass die Gangmasse sich ausspitzt und die Gebirgsspalte gänzlich verschwindet; der Gang erleidet eine Zertrümmerung, wenn er sich in mehrere Trümmer theilt, die nach längerer oder kürzerer Fortsetzung, nachdem sie sich wohl auch nochmals zertrümmert haben, in der Regel sich auskeilen; theilt sich der Gang nur in zwei Aeste, so spricht man von Gabelung. Umgekehrt sagt man: die Trümmer treten zusammen, wenn sie sich zu einem Gange vereinigen. Ein Gang wird abgeschnitten, wenn er mit voller Mächtigkeit an einem anderen Gebirgsgliede aufhört; das Vorlegen eines anderen Gebirgsgliedes kann auch wohl die Ursache der Zertrümmerung sein.

[21]) Mosler: „Mittheilung über Bergbau und Hüttenbetrieb in Schweden und Norwegen“, in Zeitschr. für Berg-, Hütten- und Salinenwesen in Preussen. Bd. 14. B. S. 97. — Der Berggeist. Köln. 1871. S. 653.

[22]) von Groddeck a. a. O. S. 45.

2. Die Ausfüllungsmasse.[23])

Wohl niemals ist ein Gang in seiner ganzen Ausdehnung überall mit Erzen erfüllt, es wechselt Erz (Haltiges) mit Taubem (Unhaltigem); hierdurch entsteht der Unterschied zwischen Erz und Gangarten. Ausserdem nimmt das Erz selten die ganze Mächtigkeit ein, am seltensten bei edelen Geschicken (Erzen), häufiger bei Eisenerzen und anderen groben Geschicken. Die so entstehenden haltigen und tauben, mit einander wechselnden Partien des Gangkörpers heissen Mittel, und man unterscheidet Erzmittel (und zwar reiche und arme) von tauben Mitteln, welche zwischen erzführenden Mitteln liegen[24]). Je nach der Erstreckung der Erzführung spricht man von langen und kurzen Mitteln; absätzige Mittel sind kurze Mittel, welche sich mehrfach wiederholen. — Den Ausdruck Erzfall erläutert Gaetzschmann[25]) als ein Erzmittel, welches sich auf einem Gange nach einer gewissen, nicht selten grossen Erstreckung nach dem Fallen oder in diagonaler Richtung fortzieht; solche Erzfälle haben auf demselben Gange meist parallele Lage, auch wiederholen sie sich in diagonalen Linien. Am besten erkennt man die Lage derselben aus den auf sie geführten Abbauen. Von Groddeck stellt die Erzfälle dar als in der Ebene der Lagerstätte diagonal d. h. zwischen Streichen und Fallen verlaufende, schmale, aber lang ausgestreckte Erzmittel[26]). — Erzlinsen sind Mittel von linsenförmiger Gestalt; Nieren und Nester kleinere Erzmittel.

Als Gangarten treten am häufigsten auf: Quarz, Karbonspäthe (Kalkspath, Rautenspath, Braunspath, Mangan- und Eisenspath), Schwerspath, Flussspath; Witherit, Apatit, Arragonit; Glimmer, Chlorit, Talk, Serpentin; Augit, Hornblende; Granat; Feldspäthe (Orthoklas, Albit, Oligoklas, Labrador, Skapolith), Zeolithe (Stilbit, Kreuzstein, Apophylit, Laumonit); Topas, Turmalin, Epidot, Axinit. — Letten und ähnliche Massen innerhalb der Gangräume rühren häufig vom Nebengestein her und sind Verwitterungsprodukte desselben. — Auch das Nebengestein selbst erscheint als Gangart z. B. am Harz[27]), wo die Ausfüllungen ausser einestheils aus Kalkspath und Quarz mit wenig Schwerspath und Eisenspath, anderntheils vorwiegend aus Schwerspath oder Eisenspath aus dem milden in der Regel glimmerfreien Thonschiefer und der Grauwacke bestehen. Die Gänge selbst haben das Eigenthümliche, dass fast immer entweder mehrere mit einander in Verbindung treten, indessen sie ab- und zulaufende Trümmer bilden

[23]) von Groddeck a. a. O. S. 57.

[24]) von Groddeck a. a. O. S. 75.

[25]) Die Auf- und Untersuchung von Lagerstätten nutzbarer Mineralien von Gaetzschmann. Freiberg 1856. S. 96. Zweite Auflage. Leipzig 1866. S. 100. — Der Berggeist. Köln. 1871. S. 641.

[26]) von Groddeck a. a. O. S. 76.

[27]) Zimmermann im Archiv von Karsten. Neue Folge. Bd. X. S. 33.

Fig. 2.

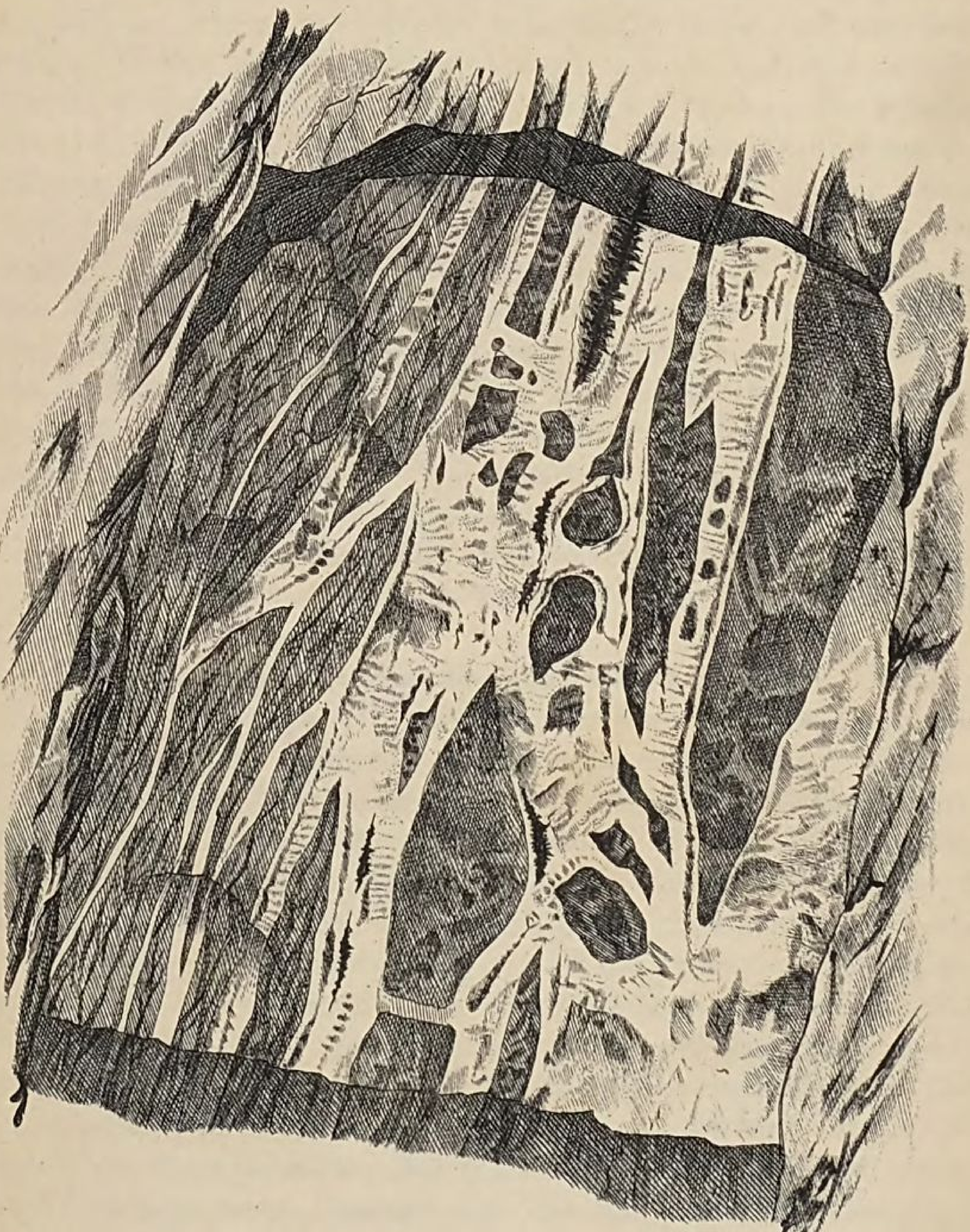


Fig. 3.

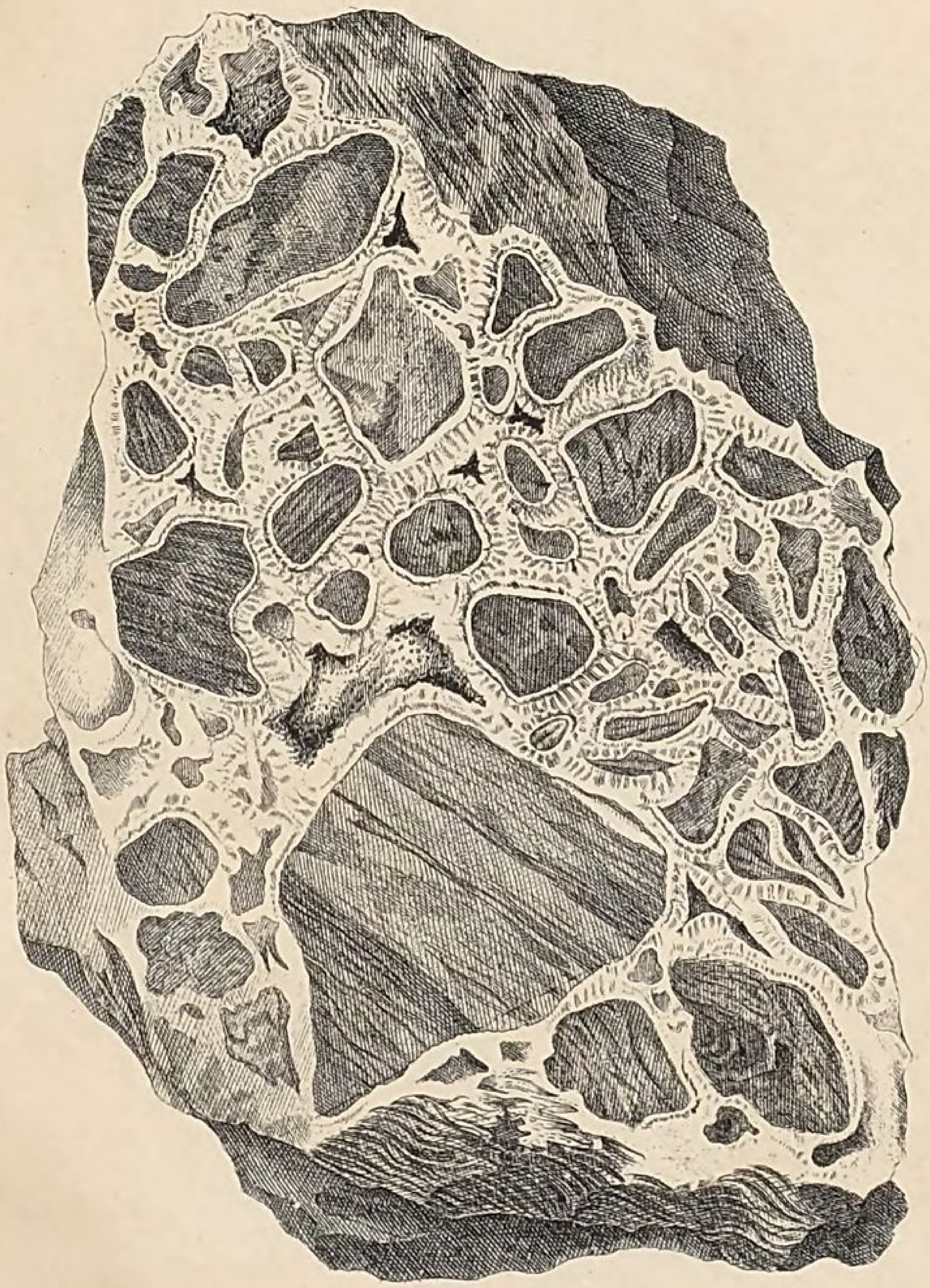


Fig. 4.

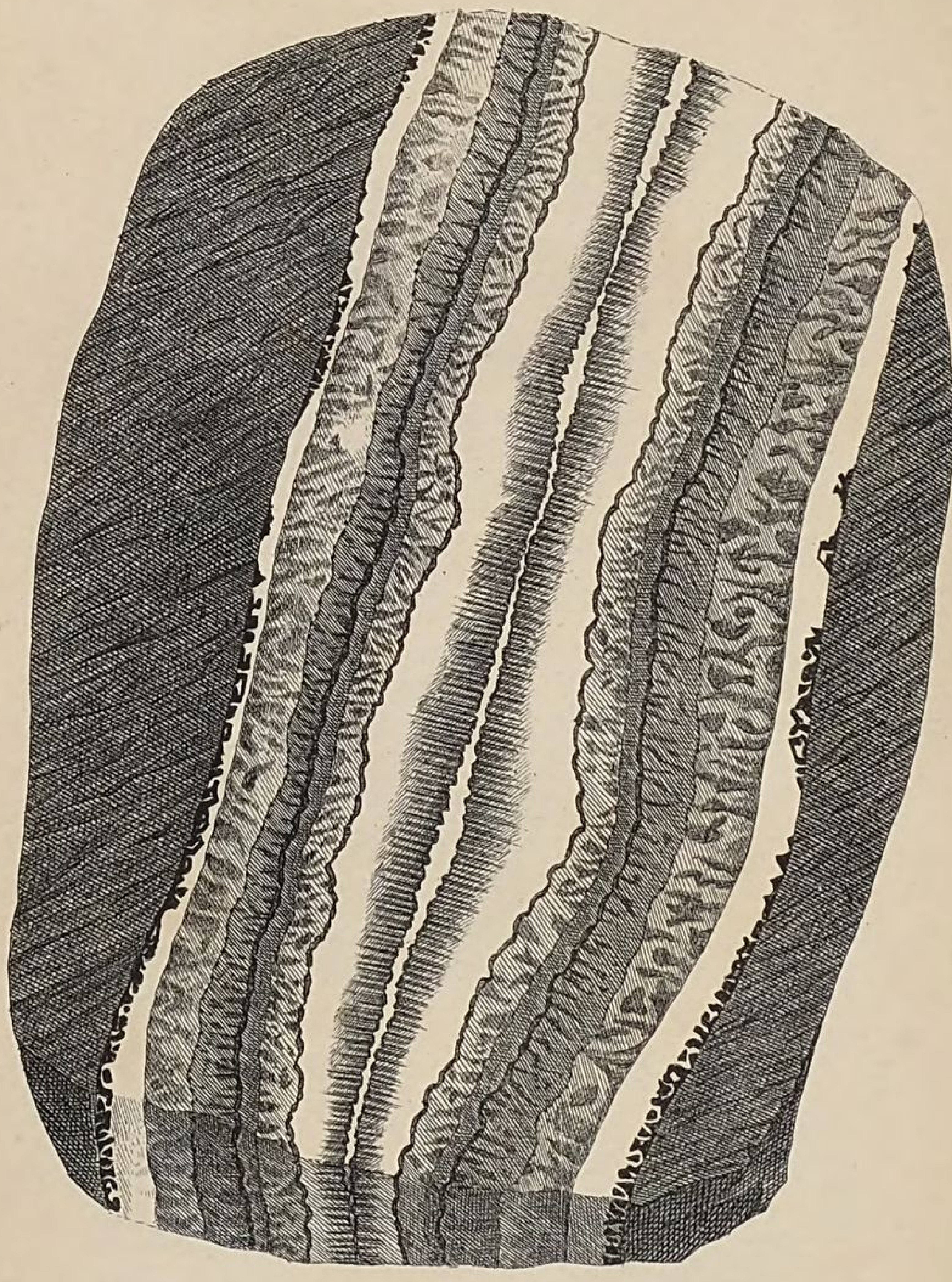
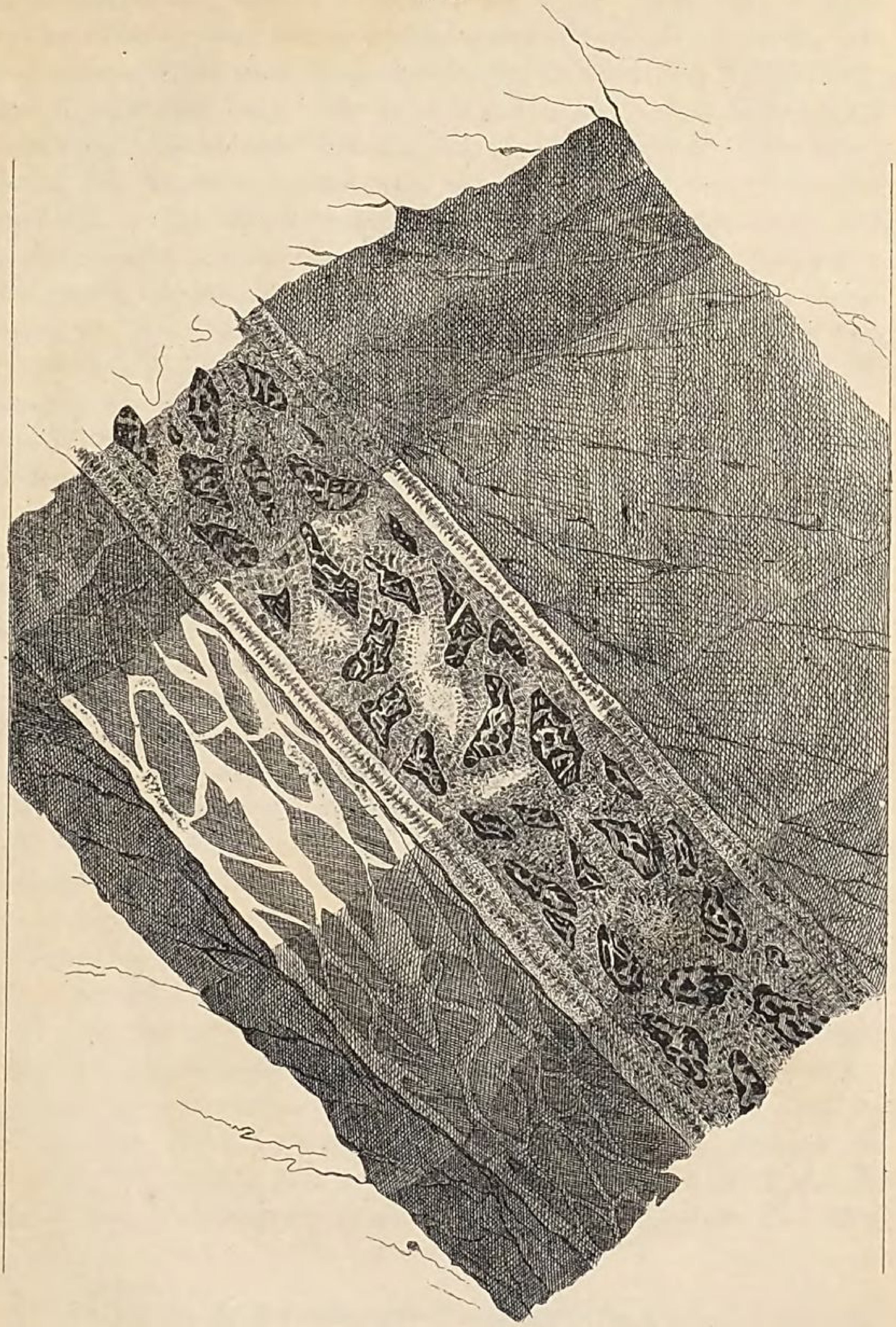


Fig. 5.



und so einen Gangzug ausmachen (Rosenhöfer Zug), oder dass in einer mächtigen Gangmasse, welche wesentlich aus einem mehr oder weniger milden Thonschiefer oder aus gestörten Grauwackenpartien besteht, Erztrümmer aufsetzen, die auch bisweilen in das Nebengestein selbstständig verlaufen (Burgstädter Zug). Die Erze bestehen hier aus Bleiglanz (wohl mit Bleischweif), Zinkblende und Kupferkies, selten Fahlerz (Schwarzerz) und Bournonit; Kupferkies zeigt sich bisweilen in einzelnen Trümmern vorherrschend. — Die Kupfererzgänge bei Kupferberg führen, theils verwittert uud zersetzt, chloritische, serpentinartige, amphibolische Massen. — Zuweilen treten einzelne Stücke und Geschiebe des Nebengesteins in der Gangmasse auf, wie die horses of killas in Cornwall, obwohl dieser Ausdruck eigentlich für das Gestein zwischen dem Gang und dem nach der Tiefe abgehenden Trum gebraucht wird[28]).

Das Gefüge der Ausfüllungsmasse oder die Textur[29]) ist sehr verschieden: 1. körnig, oft aber so grob und ungleichförmig, dass es besser scheint, nach Cotta dafür die Bezeichnung massige Gangtextur anzunehmen; von der des Gesteins ist sie dadurch unterschieden, dass die einzelnen Mineralien in Grösse und Gestalt viel ungleichmässiger, auch nicht so constant und regelmässig vertheilt sind, wie im Granit, Syenit u. s. w. Dabei sind die einzelnen Mineralien oft wie in einander geknetet; 2. porphyrartig, wofür man bei Erzen eingesprengt sagt; das Gefüge ist minder gleichförmig, als bei Gesteinen; 3. dicht, kommt seltener vor, häufig bildet alsdann ein gänzlich vorherrschendes Mineral, z. B. Quarz, die dichte Hauptmasse, in der dann aber oft andere Mineralien eingesprengt sind; 4. breccienartig[30]) (Figur 2), durch Einschlüsse des Nebengesteins gebildet (horses in Cornwall); abgerundete Stücke sind seltener, woraus dann zuweilen die sogenannte Sphärentextur sich bildet[31]) (Figur 3). Dies führt 5. zur lagenförmigen Anordnung oder Parallelstruktur, die wohl stets nur dann auftritt, wenn mehrere Substanzen die Ausfüllung bilden[32]) (Figur 4), man hat dann einfache, nur einmal auftretende oder wiederholt erscheinende Lagen derselben Masse; Störungen in der symmetrischen Anordnung der Lagen entstehen durch einseitige Krystallisation bei sehr geneigter Lage oder durch nochmaliges Aufreissen der Spalte, wodurch die Lagen verschoben werden oder ganz neue Gangbildungen auftreten und die sogenannten Doppelgänge[33]) (Figur 5) entstehen. Dieselben und ähn-

[28]) Henwood über die Erscheinungen der Erzgänge in Karsten Archiv neue Folge. Bd. X. S. 540. 542.

[29]) von Groddeck a. a. O. S. 59.

[30]) von Weissenbach, Abbildungen merkwürdiger Gangverhältnisse aus dem sächsischen Erzgebirge. Fig. 2.

[31]) von Weissenbach a. a. O. Fig. 8.

[32]) von Weissenbach a. a. O. Fig. 12.

[33]) von Weissenbach a. a. O. Fig. 9. 18.

liche hierher gehörende Darstellungen finden sich in der unten angegebenen Quelle[34]).

Eine eigenthümliche Erscheinung in der Gangmasse sind die Drusenbildungen, welche bei Lagentextur in der Mitte, sonst auch wohl unregelmässig vertheilt auftreten; die Spitzen der Krystalle sind dabei immer nach Innen gekehrt.

Das Vorkommen der Erze erscheint in grösseren oder geringeren Massen und dann in Lagen, Nestern, Körnern, Adern, Schnüren. Das Verhältniss der Erzmasse zu den Gangarten wird durch folgende Ausdrücke bezeichnet: derb bei zusammenhängenden Massen der Erze, die sich ohne Mühe von den Gangarten trennen lassen; grob eingesprengt bei zunehmender Schwierigkeit der Trennung; fein eingesprengt, der Zusammenhang der Erze ist noch mehr unterbrochen; in Funken erscheint das Erz, wenn einzelne Körner ohne jeden Zusammenhang auftreten, angeflogen, wenn an einzelnen Stellen der Gangmasse oder des Nebengesteins dünne Lagen des Erzes sich zeigen. Die Grösse der Erzmittel ist in allen diesen Fällen eine sehr verschiedene.

Auf die Erzführung der Gänge sind von Einfluss[35]):

1. das Niveau oder die Tiefe des Ganges. Zunächst sind hier die Zersetzungserscheinungen am Ausgehenden und in oberer Höhe zu erwähnen, die oft viele Meter tief niedersetzen. Dahin gehört der sogenannte eiserne Hut (chapeau de fer der Franzosen, gossan der Engländer), welcher von den Bergleuten als Deutung guter Bauwürdigkeit in der Tiefe gern gesehen wird und auf welchen die Sprüchwörter angewendet werden: „es thut kein Gang so gut, er hat denn einen eisernen Hut“ oder „es war kein Bergwerk nie so gut, es führt zuvor einen Eisenhut.“ Derselbe erscheint in Gegenden Deutschlands, wo man Silbererze gewinnt, bei Silber- und Kupfererzgängen in Frankreich, Cornwall, Spanien, Peru, Mexico, am Ural. Die ockerige Färbung ist vorwaltend, was auf das Vorhandensein von Zersetzungsprodukten deutet, aber nur da auftreten kann, wo Schwefelmetalle (Kupferkies, Schwefelkies) oder Eisenspath Begleiter der Erze sind. Eine ähnliche Erscheinung liefern die Pacos in Peru und Colorados in Mexico, welche neben Eisenoxyd Chlorsilber (auch Brom- und Jodsilber) und Bleisalze enthalten und von Kupfer gebildete bunte Figuren zeigen. Einige wollen so weit gehen, alle Eisenerzgänge für eiserne Hüte zu erklären, was sich aber durchaus nicht rechtfertigen lässt.

Eine ähnliche Bedeckung von Eisenerzauflagerung zeigt das reiche kupferhaltige Schwefelkieslager von Tharsis sowohl, wie von Rio Tinto in der Sierra Morena in der spanischen Provinz Huelva, indem grosse Blöcke

34) Dr. v. Cotta und Dr. Müller: Atlas der Erdkunde (Geologie und Meteorologie). Leipzig. 1874. S. 9. Tafel 3.

35) von Groddeck a. a. O. S. 78.

von Brauneisenstein auf dem Schwefelkieslager aufliegen, welche sich augenscheinlich aus der Zersetzung des Erzes gebildet haben[36]).

Auch andere Aenderungen in der Erzführung treten in verschiedenen Tiefen auf, doch ist es unsicher über die Zu- und Abnahme der Erze oder über das Auftreten anderer (frischer Erze, als der bis dahin beobachteten) eine Regel aufzustellen. Das Letztere versucht Kühn[37]) aus Parallelstruktur zu erklären, indem die einzelnen Lagen nach unten dicker werden und sich ausserhalb neue Ganglieder einstellen. Wie wenig Werth auf eine Theorie über den Gehalt der Gänge an Metallen nach den verschiedenen Tiefen zu legen ist, sucht Baron Richthofen nachzuweisen[38]), indem er die Hypothese, wonach bei Goldgängen in den höchsten Niveaus eine Concentration des Adels eintreten soll, dadurch bekämpft, dass er in Californien eine Zunahme des Adels nach der Tiefe eben so häufig schildert, als eine Abnahme oder ein Gleichbleiben; bei den meisten Silbergängen in Propylit, insbesondere bei dem Comstockgang[39]), hat keine bedeutende Zerstörung an der Oberfläche stattgefunden, und doch zeigten sich Eisenerze in der Tiefe nicht weniger als am Ausgehenden, wenn auch eine rostbraune Färbung den eisernen Hut anzeigt; am Ausgehenden brachen sogar die reichsten Silbererze; im Gebiet von Reese River (Staat Nevada) haben die Gänge einen sehr deutlich ausgesprochenen eisernen Hut, welcher allerdings auch ungemein reich an Silber ist, sie führen aber auch in der grössten erreichten Tiefe noch immer sehr reiche Silbererze. Interessante Beispiele der verschiedenen Erzführung in verschiedenen Tiefen zeigen die goldhaltigen Quarzgänge in krystallinischen Schiefern am Rathhausberge in den Salzburger Alpen[40]), welche in den 1883 bis 2825 Meter hohen Berggipfeln nicht mehr als 628 Meter tief niedersetzen, sie enthalten in den oberen Höhen in schmalen Keilen Fahlerz reich an goldhaltigem Silber, in den mittleren Tiefen häufigere und edelere Partien mit Kupferkies, in grösserer Tiefe wurden die Gänge bei Zunahme der Mächtigkeit ärmer. Bei Seiffen im Erzgebirge sollen Zinngänge nach der Tiefe in silberhaltige Kupfergänge übergehen. Die Gänge bei Przibram zeigen bis 400 Meter Tiefe eine Zunahme in der Erzführung und bleiben von dort aus constant[41]).

[36]) Dr. Ferd. Roemer, geolog. Reisenotizen aus der Sierra Morena in Leonhard und Geinitz neuem Jahrbuche für Mineralogie u. s. w. Stuttgart 1873. S. 261. 269.

[37]) Kühn, Geognosie. Bd. II. S. 372.

[38]) von Richthofen: über das Alter der goldführenden Gänge und der von ihnen durchsetzten Gesteine in Zeitschr. der deutschen geologischen Gesellschaft. Berlin 1869. S. 736. — Siehe auch Freih. v. Beust in österr. Z. f. B. u. H. Wesen. Wien 1872. S. 337.

[39]) Der Berggeist. Köln. 1872. S. 43 ff.

[40]) Ueber geognostische Verhältnisse der Goldbergbaue in Rauris und Böckstein im Berggeist. Köln 1870. S. 495.

[41]) Babanek im Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt. Wien 1871. S. 291.

Zersetzungen in oberen Höhen gestalten mitunter eigene Verhältnisse und lassen einen Blick in die Textur thun, die im frischen Zustande verdeckt ist. So z. B. im Siegener Lande[42]), wo die Spatheisensteingänge gern einen schalenweisen Wechsel mit Quarzlagen zeigen. Wo vormals dichte Gangmassen anstanden, finden sich jetzt mancherlei Höhlungen, deren Wände oft mit den prächtigsten, secundären Erzgebilden bekleidet sind; die schönsten Stalaktitendrusen, oft viele Kubikcentimeter räumlich einnehmend, wie auf dem Hollerter Zuge, Luise bei Horhausen, schmücken die obere Teufe der Gänge, welche niederwärts Spatheisenstein führen; die Quarzschalen, der Umwandlung widerstehend, setzen dann wie Wände durch diese Drusen. Nehmen dieselben die Mitte des Ganges ein, so zeigen sie gewöhnlich auf beiden Flächen die Eindrücke von Spatheisensteinkrystallen; dünnere Schalen und Streifen sind zerbrochen, entweder mit den secundären Gangmassen gemengt oder auf der Sohle der Höhlungen, zerstreut. Solche Umwandlungen gehen oft 100 bis 125 Meter nieder und geben Gelegenheit das Krystallinische der Masse zu beobachten.

2. Eine Veredelung oder Verunedelung der Erzführung tritt ein durch ab- und zusetzende Trümmer; solche Trümmer, welche durch ihren Zusammentritt auf dem Gange die Erzführung vermehren oder veredeln, nennt man Erzbringer oder Erzmacher; zweigen sich Trümmer ab und wird dadurch die Erzführung verringert oder verunedelt, so nennt man sie Erzräuber; auch kommt es vor, dass durch Abzweigung von Trümmern die Erzführung sich veredelt.

3. Durch das Begegnen mit anderen Gängen wird meistentheils die Erzführung nach Quantität und Qualität verändert, doch gehört dies einer späteren Betrachtung an.

4. Die Mächtigkeit bedingt die Erzführung, einzelne Gänge nehmen mit der Mächtigkeit an Erz zu, andere führen reichere und edelere Erze bei geringerer Mächtigkeit. Dies ist erklärbar theils dadurch, dass bei lagenförmiger Textur die Erze an bestimmte Lagen gebunden sind, welche sich erst bei grösserer Mächtigkeit anlegen können, theils dadurch, dass bei Verringerung der Mächtigkeit und Zurücktreten der Gangmassen die Erze sich concentriren konnten; auch steht die Erscheinung im Zusammenhange mit dem Einfluss des Nebengesteins[43]).

5. Der Einfluss des Nebengesteins äussert sich extensiv in Bezug auf Verlauf und Mächtigkeit der Spalten, intensiv in Bezug auf Ausfüllungsmasse und Erzführung; der letztere Einfluss ist vielfach constatirt, seine Erklärung bis jetzt aber noch dunkel. Es können hier zahlreiche Beispiele aufgeführt werden. a. Die Freiberger Gänge sind gut und edel

— Der Silber- und Bleibergbau zu Przibram. Festschrift. Herausgegeben von der k. k. Bergdirektion zu Przibram. Wien 1875. S. 53. 61.

[42]) Schmidt, Beiträge zu der Lehre von den Gängen. Siegen 1827.

[43]) von Groddeck a. a. O. S. 329.

im grauen, arm im rothen Gneis[44]); nach Scheerer wirken veredelnd: grauer Gneis, Grünstein, Gabbro, Kalkstein; verunedelnd: Glimmerschiefer, Thonschiefer, wahrscheinlich auch Granit, Quarzit, Porphyre. Richter fand[45]), dass die Erzgänge in grösserer Nähe von aufgelagerten anderen Gebirgsarten, als worin sie aufsetzen, weit edeler und auch mächtiger sich gestalten, ganz besonders, wenn sich Thonschiefer auf das Gneis- und Grünsteingebirge auflegte und die heransetzenden Gänge entweder ganz abschnitt oder sie nur noch in schwachen Ausläufern erkennen liess, so z. B. auf der Segen Gottes-Grube in Gersdorf und der Grube Erzengel Michael in Mohorn; auch wo Glimmerschiefer den Gneis überlagerte und die Gänge an ihrer regelmässigen Fortsetzung hinderte, trat eine derartige Erscheinung ein, so auf den Gruben Alte Hoffnung Gottes und Christbescherung, gesegnete Bergmannshoffnung u. a. m. Richter erklärt die Erzveredelung an dem aufgelagerten Gebirge dadurch, dass dieses dem mit Metallauflösung erfüllten und in den Gebirgsspalten sich bewegenden Wasserstrome einen Damm entgegensetzte und diesen zwang, den Metallgehalt niederzuschlagen. Richter giebt übrigens auch in Bezug auf den Einfluss der petrographischen Beschaffenheit des Nebengesteins an, dass der rothe Feldspath als Bestandtheil des Nebengesteins immer auf Armuth in der Erzführung schliessen lasse. b. In Cumberland sind die Bleierzgänge im Kohlenkalk mächtig, im Sandstein und Schieferthon zertrümmert und unbauwürdig. c. In Derbyshire sind die Bleierz führenden Gänge im Kohlenkalk ebenfalls gut, im dazwischen liegenden Toadstone (Grünstein) unbauwürdig und zertrümmert. d. In Cornwall sind viele Gänge im Granit reich, im Thonschiefer (Killas) arm und umgekehrt, denselben Einfluss zeigen Porphyr (Elvan) und Thonschiefer. e. Auf dem Andreasberg sind die Gänge in Grauwacke und Quarzit mächtig und silberreich, im Thonschiefer schmaler und ärmer. f. Bei Przibram sind die Gänge in Grauwacke mächtig und abbauwürdig, im Thonschiefer gering mächtig, im Grünstein sehr verdrückt[46]). g. Die Kupfererzgänge am Lake superior sind im Mandelstein sehr reich und meist 0,628 Meter mächtig, im Grünstein schmaler und selten bauwürdig, in Conglomerat und Sandstein ebenfalls schwächer und ohne Kupfergehalt, wogegen Galmei und Kalkspath auftreten. h. Die Kobaltrücken bei Kamsdorf, ähnlich wie die von Richelsdorf in Hessen, sind fast nur zwischen Kupferschiefer oder erzhaltigen Grauliegenden erzführend, zwischen Zechstein oder Rothliegenden arm oder taub, mit Schwerspath ausgefüllt. i. Ein

[44]) Cotta, Gangstudien. Freiberg 1850. Bd. I. S. 101 ff. — Bernh. v. Cotta: die Geologie der Gegenwart. 3. Auflage. Leipzig 1872. S. 159. — Scheerer, die Gneuse des sächs. Erzgebirges. Zeitschr. der deutsch. geolog. Ges. Bd. XIV. S. 23 ff.

[45]) Richter in Berg- u. Hüttenm.-Zeitung von Kerl und Wimmer. Leipzig 1873. S. 6; 1874. S. 161 ff.

[46]) Babanek, die Erzführung der Przibramer Sandsteine und Schiefer im Berggeist. Köln 1871. S. 465.

ähnliches Verhalten, wie die vorstehenden, zeigen die Nickelerzrücken im Mansfeldischen. k. Bei Aachen werden Verwerfungsklüfte, welche man im Steinkohlengebirge taub angetroffen, im älteren Gebirge erzführend[47]); so z. B. die Münstergewand des Steinkohlengebirges führt den Hauptgang des Breininger Bergs. Im Bergkalk und devonischen Kalk sind diese Gänge erzführend, in Grauwacke und Schiefer wieder taub. Sie führen Bleiglanz, Blende und zwar vorherrschend derbe, braun und gelb, Kalkspath, hier und da auch Quarz; diese Mineralien haben eine eigenthümlich parallele und concentrische Anordnung. l. Die Silbergänge von Kongsberg sind nur erzführend innerhalb der Fahlbänder, d. h. Glimmer- und Hornblendeschieferlagen, welche vorzugsweise mit Schwefelkies, auch mit Kupferkies und Blende imprägnirt sind, besonders bekannt sind sie durch die Kobalterze von Modum und Fossum[48]). Von Groddeck[49]) versteht unter Fahlbändern Schichten des krystallinischen Schiefergebirges (Gneis, Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer, Chloritschiefer, Talkschiefer u. s. w.), welche feine staubartige Kiesausscheidungen enthalten; nebenbei findet sich aber das Erz auch als Anflug auf Klüften, in Krystallen, krystallinischen Körnern, in Nestern und Linsen. m. Im Nassauischen[50]) liefern die Blei-, Silber-, Zink- und Kupfererzgänge die interessantesten Beispiele von dem entschiedenen Einfluss des Nebengesteins auf die Erzführung, obwohl die einzelnen Thatsachen noch nicht gehörig erforscht sind. Sandberger sucht für die Bildung der Erzgänge im rheinischen Schiefergebirge, so wie im Schwarzwalde den direkten Einfluss des Nebengesteins nachzuweisen[51]).

Zu erwähnen bleibt hier, dass folgende Erze vorzugsweise in den Gängen gefunden werden: Gold, metallisch, gewöhnlich von Quarz und kiesigen Mineralien begleitet; Silber-, Blei-, Kupfer-, Kobalt-, Nickel-, Wismuth-, Zinn-, Quecksilber-, Manganerze; Eisenerze und zwar Magnet-, Braun-, Roth-, Spatheisenstein; Zinkblende und Galmei, letzteres selten; Arsenikerze, Tellur-, Uran-, Titan-, Chrom-, Molybdänverbindungen; Wolfram; Magnet-, Schwefel-, Wasserkies.

3. Verhalten der Gänge zum Nebengestein.

In seltenen Fällen ist die Gangmasse fest mit dem Nebengestein verbunden, meistentheils ist der Gang durch nach Streichen und Fallen parallel laufende Begränzungsflächen, Salbänder, von dem Nebengestein

[47]) Braun über die Galmeilagerstätten des Altenbergs in Zeitschr. der deutsch. geol. Ges. B. IX. S. 355.

[48]) Mosler a. a. O. B. S. 97. 101. — Der Berggeist. Köln 1871. S. 653.

[49]) von Groddeck a. a. O. S. 107. 308.

[50]) Odernheimer, das Berg- und Hüttenwesen im Herzogthum Nassau. Bd. I. S. 89.

[51]) Sandberger in berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl und Wimmer. Leipzig 1877. S. 377.

abgegränzt. Häufig legt sich zwischen die Salbänder und das Nebengestein eine, gewöhnlich lettige, dünne Schicht, der Besteg, an, mit welchem die Gangmasse sich leicht von dem Gestein ablöst. Eine solche Trennung findet auch statt, wenn zwischen den Salbändern und dem Gestein sich eine feine Kluft, eine offene Ablösung, findet. Eine milde Schicht an einem oder beiden Salbändern, der Gangmasse zugehörig, nennt man Ausschram, welcher auch im Nebengestein zunächst dem Gange in Folge von Auflösung auftreten kann. Die Berührungsflächen des Ganges und des Nebengesteins sind zuweilen glatt und spiegelnd, häufiger am Nebengestein sichtbar, meistens mit Besteg verbunden und dann wohl mit einem dünnen, metallisch glänzenden Ueberzuge bekleidet; man nennt solche Flächen Spiegel, sind sie, wie häufig der Fall, gefurcht, so heissen sie Harnisch; man schreibt dieselben den Verschiebungen des einen Gebirgstheils nach schon erfolgter Ausfüllung der Gangspalte zu.

Der Einfluss der Gänge auf das Nebengestein erscheint extensiv durch Verwerfung desselben, durch Aufbiegung der Schichten, intensiv durch Zersetzung und Entfärbung, durch Umwandlung in talkige Massen, stets mit Zersetzung verbunden, durch Färbung mittelst eindringender Oxyde, z. B. grün durch Kupferoxyde, rothbraun und gelb durch Eisenoxyde, durch Imprägnation im Ganzen oder auf Schichtenklüften und in Adern, meist durch Erze, aber auch durch Gangart. Die Art der Imprägnation steht im Zusammenhange mit der grösseren oder geringeren Zersetzung des Ganges. Uebrigens treten derartige Imprägnationen ganz unabhängig von vorhandenen Gängen auf, wie es in der Sierra Nevada und in Californien nachgewiesen ist[52]).

4. Verhalten der Gänge zu einander[53]).

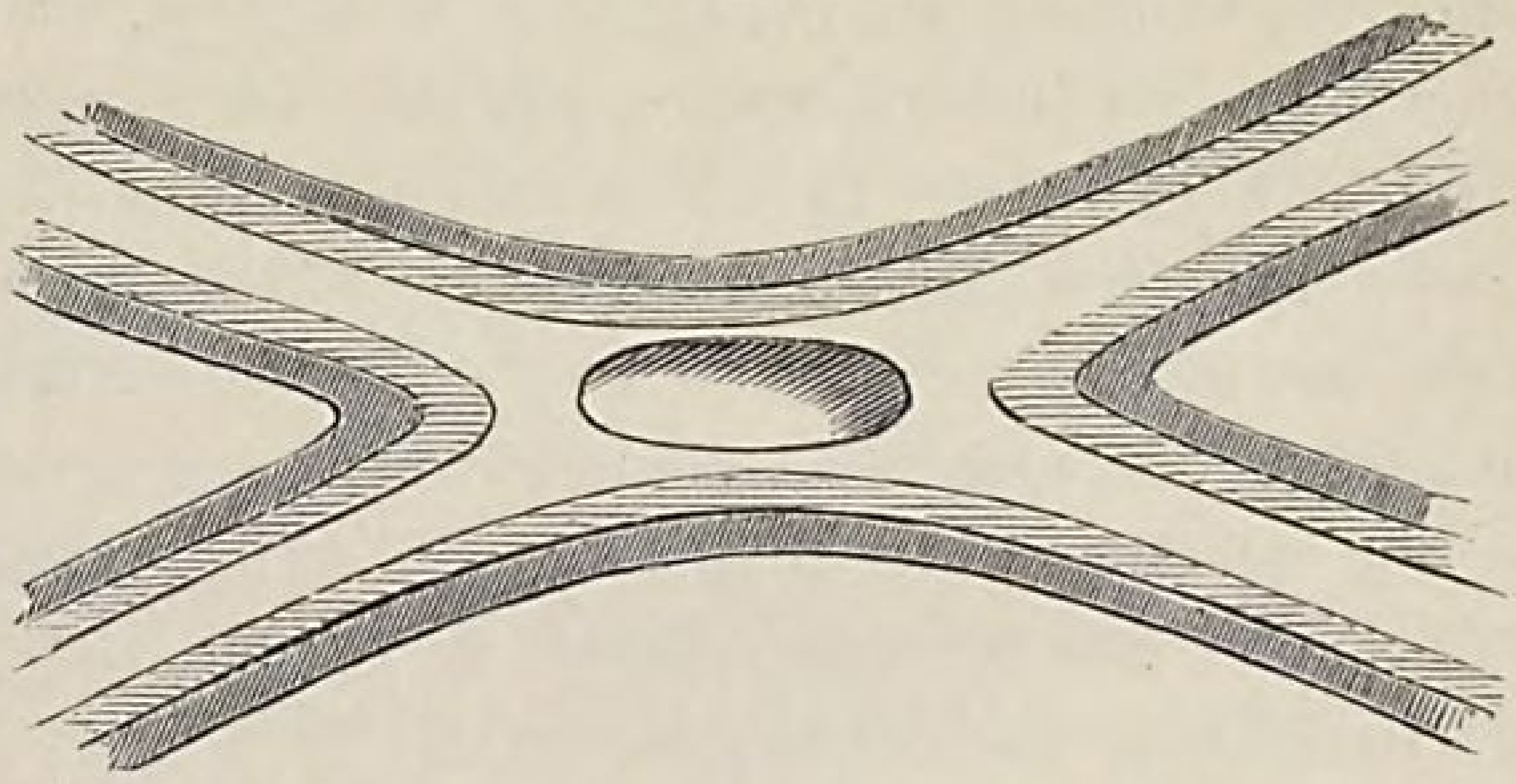
Gänge können sich mannigfaltig begegnen und durchschneiden, wodurch ein netzartiges Ansehen der Gangarten in ausgedehnten Revieren entsteht. Die Erscheinungen sind, kurz gefasst, folgende:

1. Kreuzen. Begegnen sich zwei Gänge und setzen nach der Begegnung ungestört ihre Richtung fort, so bilden sie ein Kreuz und zwar, wenn das Streichen beider gegen einander rechtwinkelig ist, ein Winkelkreuz, wenn es schiefwinkelig ist, ein Schaarkreuz, ist das Streichen beider dasselbe oder nahe dasselbe, während das Fallen verschieden ist, ein Durchfallkreuz. Die Gangarten beider Gänge setzen in einander über und bilden am Keuzungspunkte eine einzige Masse. Ein treffliches Beispiel beschreibt Kühn[54]). Der Karl Morgengang und der Ludwig Stehende auf Habacht Fundgrube, beides Gänge von 105 bis 157 Milli-

[52]) von Richthofen a. a. O. S. 738.
[53]) von Groddeck a. a. O. S. 46.
[54]) K. A. Kühn, Handbuch der Geognosie. Bd. II. S. 604.

meter mittlerer Mächtigkeit, gehen derartig in einander über, dass das äusserste Ganglied, Quarz, ebenso das zweite Rosenspath, ohne Unterbrechung aus dem einen in das andere hinüberzieht, während das dritte, ein Gemenge von Rosenspath, silberreicher schwarzer Zinkblende und silber-

Fig. 6.



reichem Bleiglanz, innerhalb des von beiden Gängen gebildeten Raumes eine drusenartige, 183 bis 235 Millimeter lange Höhlung umschliesst (Fig. 6.). Bei einem derartigen Kreuzen von Gängen muss die Bildung der beiden Gangspalten und die Ausfüllung derselben gleichzeitig stattgefunden haben. Mit dem Kreuzen verbunden ist zu betrachten:

2. Das Durchsetzen oder Durchkreuzen, wo der durchsetzte Gang älter als der durchsetzende ist, indem die Gangmasse der ersteren

Fig. 7.

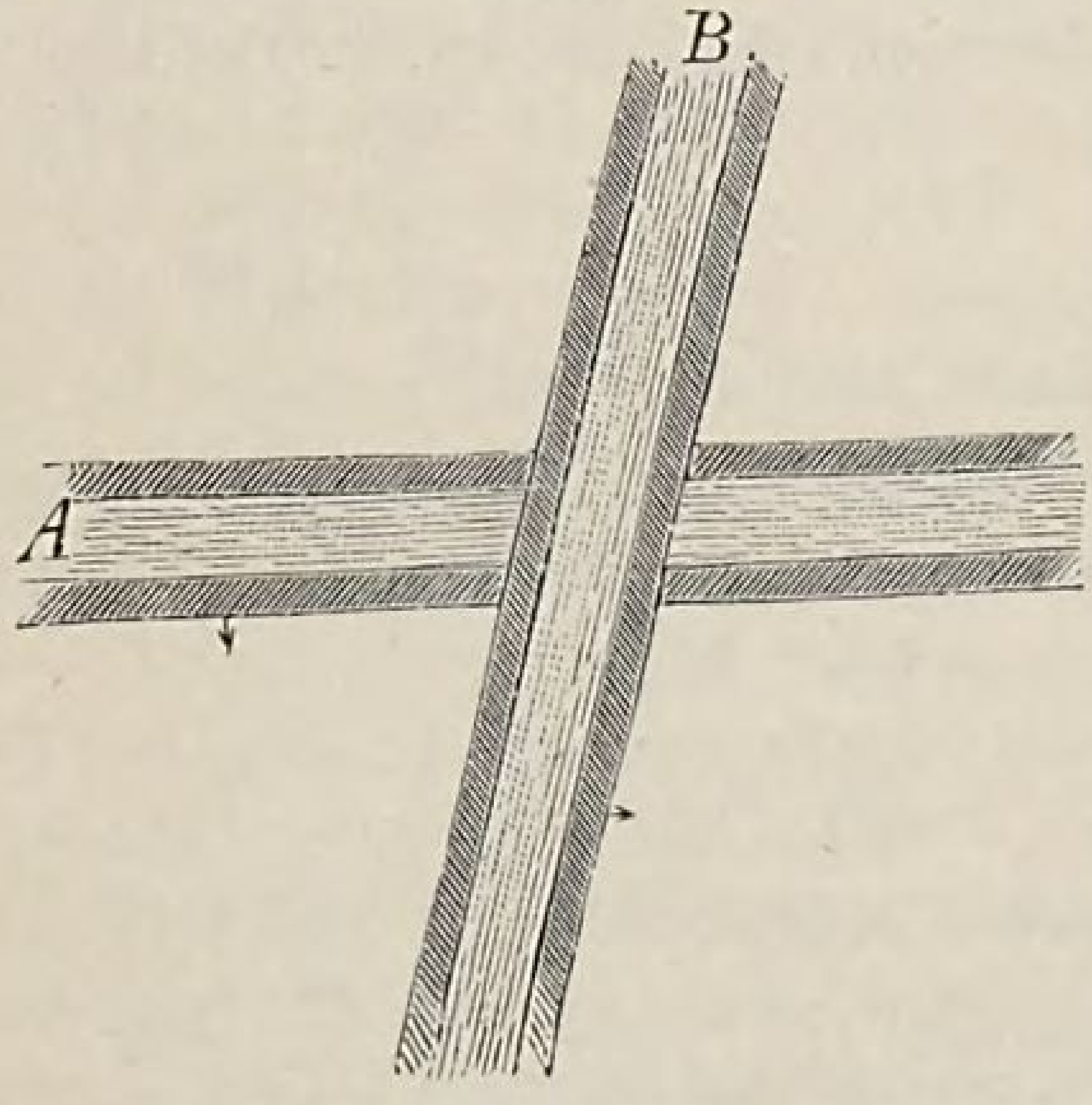
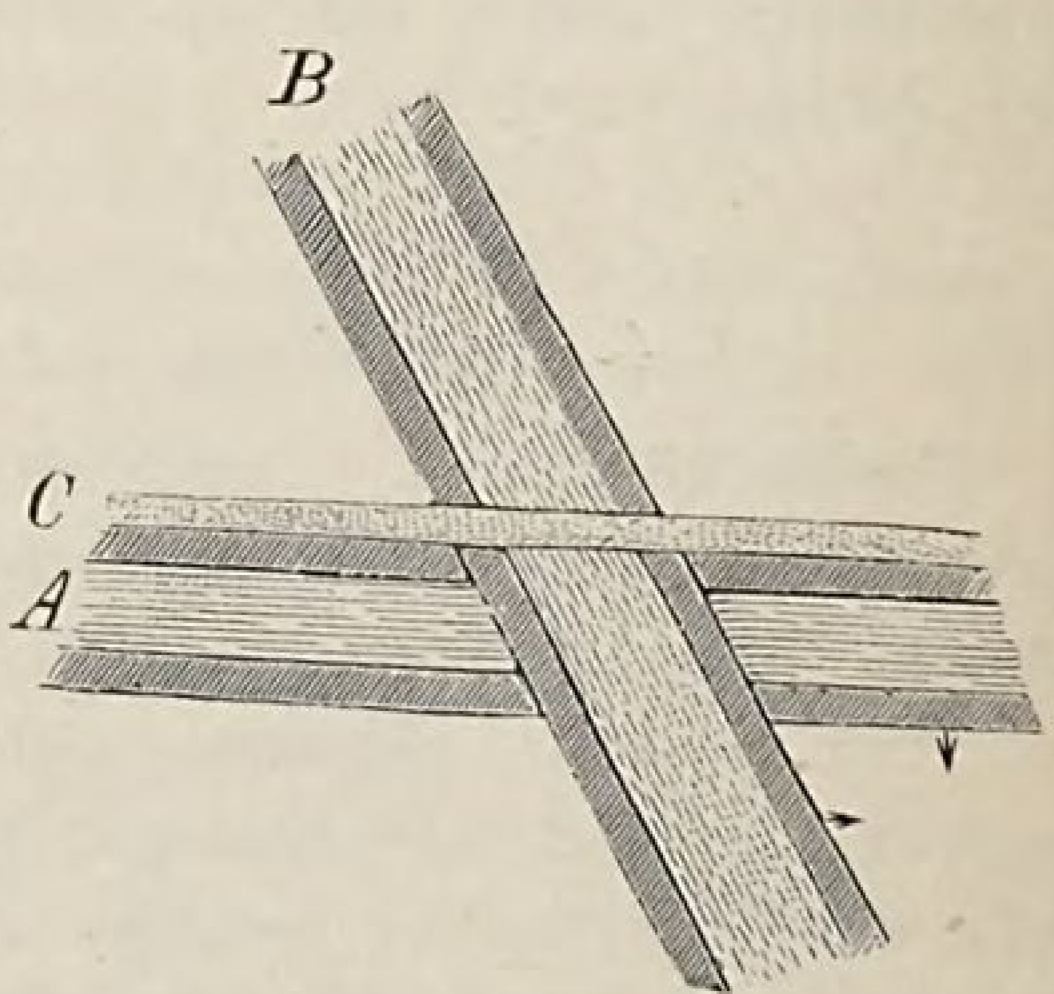


Fig. 8.

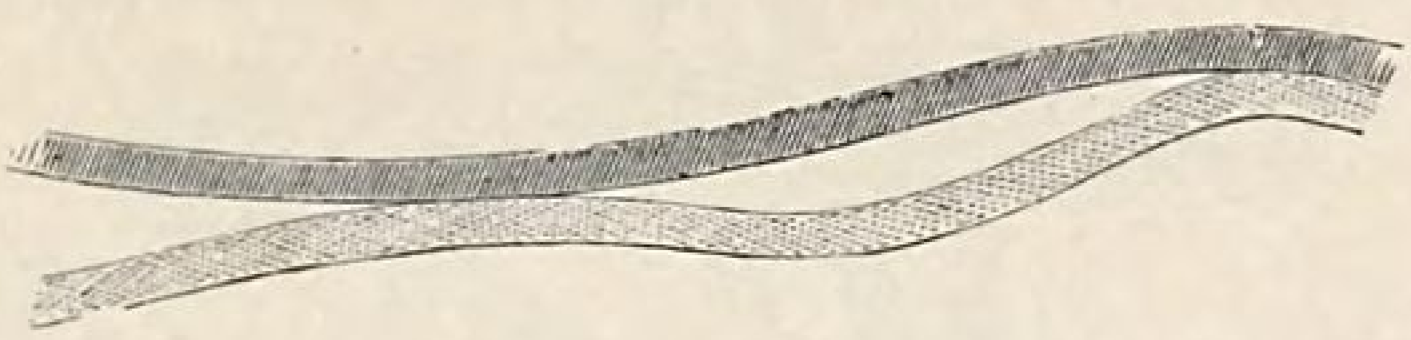


unterbrochen erscheint, demnach schon vorhanden sein musste, während der Durchsetzer ungestört hindurchgeht. Ein einfaches Beispiel zeigt Fig. 7, wo A der durchsetzte, ältere, B der durchsetzende, jüngere Gang ist; in dem durch Fig. 8 dargestellten Beispiel einer doppelten Durchsetzung ist A der älteste, B der jüngere, C der jüngste Gang. Nicht immer ist die Erscheinung so deutlich, wie in den Beispielen dargestellt, da der jüngere Gang häufig nicht ohne Einfluss bleibt auf die Gangmasse des älteren, vielmehr diese zersetzt und zerstört oder auf grössere oder geringere Erz-

führung hinwirkt. Deshalb sind derartige Gangkreuze von Wichtigkeit für den Bergmann, welcher für die weitere Verfolgung der Gänge auf markscheiderischem Wege die Kreuzungsebene feststellen muss, welche vom Streichen und Fallen beider Gänge abhängig ist[55]).

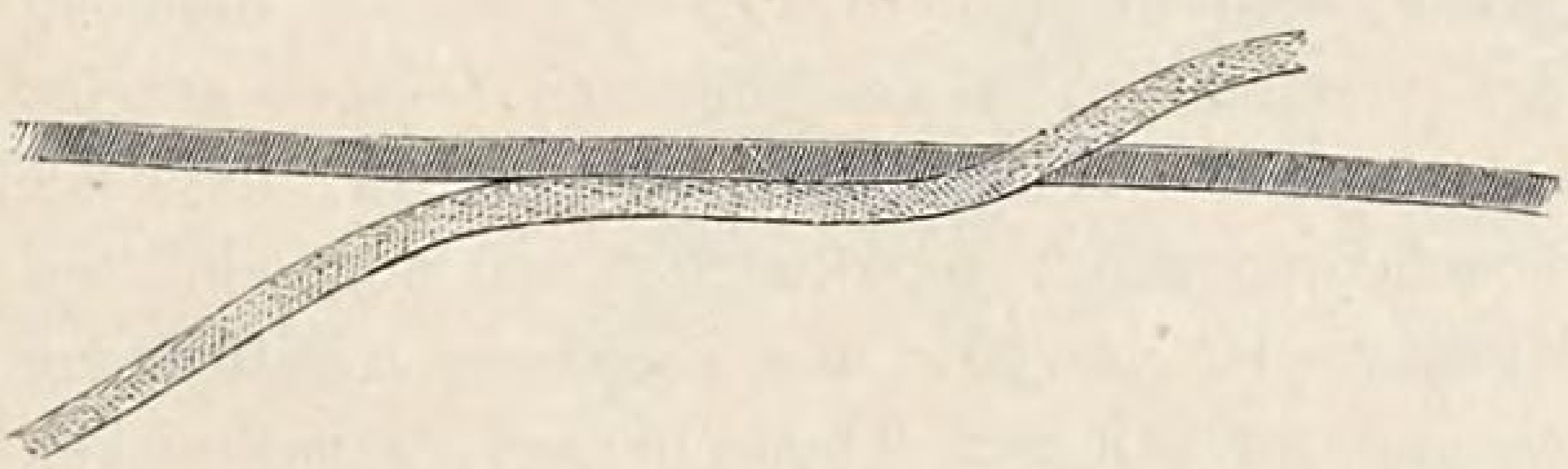
3. Schaaren und Schleppen. Zwei Gänge treffen unter spitzem Winkel zusammen, trennen sich dann wieder oder bleiben auf längere Erstreckung mit einander verbunden. Diese Erscheinung tritt unter zwei verschiedenen Formen auf: die eine, Fig. 9, wenn der sich schleppende

Fig. 9.



Gang auf der Seite des Hauptganges, dem er sich anschmiegt, bleibt und dies oft mehrere Male wiederholt, wodurch ähnliche Erscheinungen, wie Doppelgänge gebildet werden; die zweite, Fig. 10, wenn nach längerem Schleppen Durchsetzung des einen Ganges eintritt, wobei zuweilen die

Fig. 10.



Masse des sich schleppenden Ganges als ein compacter Körper oder in Trümmern innerhalb des anderen Gangkörpers fortläuft bis zum Punkte des Wiederabsetzens. Zuweilen liegt auch der sich schleppende Gang bald im Hangenden, bald im Liegenden und durchsetzt den Hauptgang in später sich wieder vereinigenden Trümmern; auch schleppt sich der Gang nach und nach mit mehreren parallelen Gängen, wie in der Gegend von Przibram. Bei Zertrümmerungen eines Ganges an einem anderen setzt auch wohl ein Trum gleich hindurch, ein anderes schleppt sich und keilt sich aus oder setzt später ebenfalls durch. Schleppen des Ganges kommt auch mit den Schichten des Nebengesteins vor, wodurch sich ein **Lagergang**[56]) bildet.

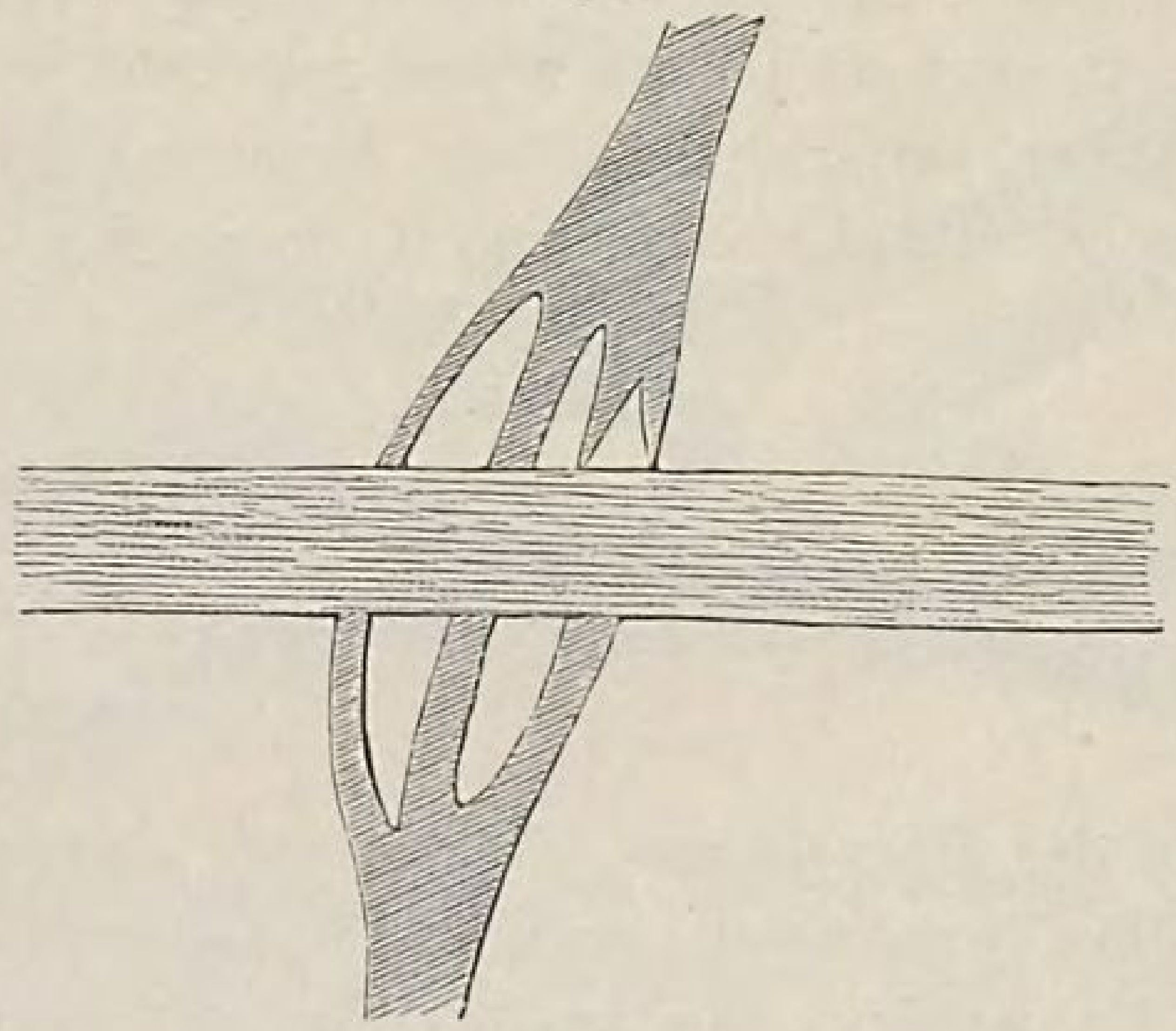
4. Zerschlagen. Ein Gang sondert sich beim Begegnen mit einem anderen in eine grosse Zahl weit von einander laufender Trümmer, was dann stets bei dem jüngeren Gange erfolgt und zwar gern, wenn er unter

[55]) Richter in Berg- und Hüttenm.-Zeitung von Kerl und Wimmer. Leipzig 1873. S. 7.

[56]) von Groddeck a. a. O. S. 190.

spitzem Winkel an einen mächtigen und von Gefährten begleiteten Gang heransetzt. Figur 11. Diese Erscheinung tritt oft einige Meter zu beiden Seiten des älteren Ganges ein und zeigt sich gern mit einer Neigung zum Schleppen verbunden.

Fig. 11.



5. Abschneiden. Im Allgemeinen selten hört ein Gang beim Herantreten an einen anderen gänzlich auf, es darf dies nie ohne Weiteres angenommen werden, weil oft nähere Untersuchungen dennoch später die Fortsetzung des vermeintlich abgeschnittenen Ganges gezeigt haben. In Przibram[57]) haben neuere Ausrichtungen dargethan, dass Gänge, welche an der Schieferscheidungskluft zertrümmert und abgeschnitten erscheinen, jenseits der Kluft wieder ansetzen und in grösserer Entfernung, vorzüglich in den festeren und mächtigeren Thonschiefern, gehaltreicher und mächtiger werden. Es trifft das Abschneiden den jüngeren Gang, oder mindestens ist der abgeschnittene mit dem abschneidenden gleichzeitig gebildet. Das Abschneiden an Ruscheln (besondere Lagen milden Schiefers im Grauwacken- und Thonschiefer) wird im Harz beobachtet.

6. Verwerfen. Dies ist die folgenreichste Erscheinung beim Begegnen der Gänge: die Theile des getrennten Ganges liegen mehr oder weniger gegen einander verschoben. Die Erscheinung ist zuerst richtig erkannt durch Schmidt[58]) in Siegen als Bewegung der Gebirgsstücke zur Seite der Gangspalte, als ein Senken oder Heben des Hangenden oder des Liegenden, als eine Seitenverschiebung, und ist daher völlig analog der Einwirkung eines Ganges auf lagerhafte Gebirgsglieder. Im Allgemeinen ist der verwerfende Gang der jüngere, der verworfene der ältere, indessen kommen auch Fälle vor, wo gleichzeitig gebildete Gänge sich verwerfen, wie man aus der Gleichheit der Gangmassen und ihrem innigen Ineinanderwachsen wahrnehmen kann; dann ist die Verwerfung durch Niederziehen der einen Gebirgshälfte entstanden, während noch beide Spalten offen waren.

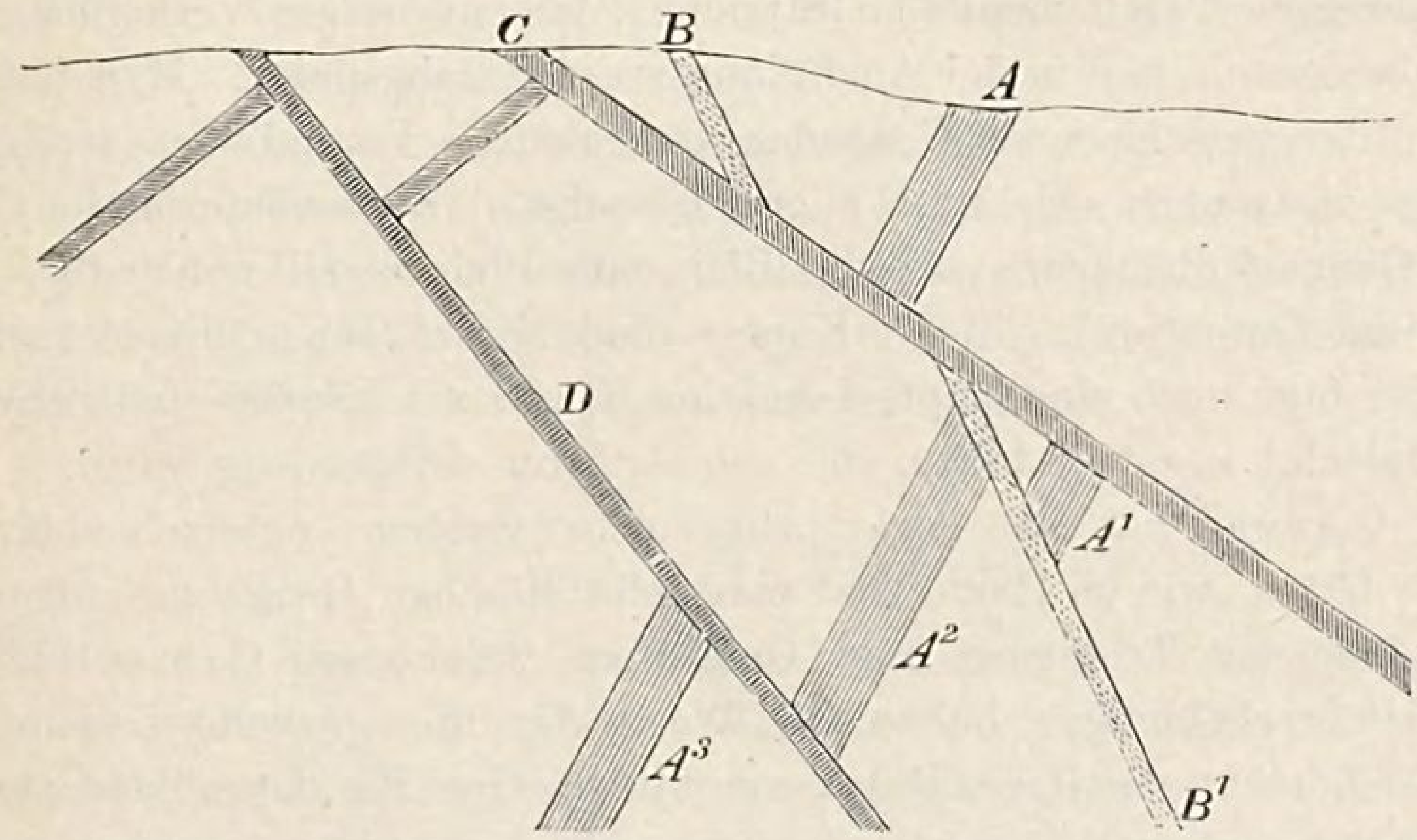
57) Babanek a. a. O. im Berggeist. Köln 1871. S. 465.

58) Schmidt, Beiträge zu der Lehre von den Gängen. Siegen 1827.

Die von Schmidt aufgestellten Regeln passen zu den Thatsachen bei den Gangvorkommnissen von Freiberg, im Harz, in den Rheingegenden u. s. w., eine entgegengesetzte Ansicht haben die Cornwaller Bergleute von den Gängen ihres Landes[59]), welche aber durch von Dechen treffend widerlegt ist[60]).

Es lassen sich eine Menge Beispiele über Verwerfungen von Gängen durch andere vorführen, an denen zugleich das Alter der Gänge bestimmt werden kann. Ein complicirter derartiger Fall aus Cornwall wird nach den Transactions of the royal geological society of Cornwall Vol. II. S. 128 von Gaetzschmann[61]) reproducirt. Der Gang A (Fig. 12), ein Zinnerzgang, ist

Fig. 12.



der älteste und wird von den Kupfererzgängen B und D verworfen, die Lettenspalte C, welche am jüngsten entstanden, verwirft den Gang B und mit ihm nochmals den Gang A.

Es kommt auch vor, dass einzelne sich ablösende Trümmer verwerfend wirken, während der Hauptgang eine solche Wirkung nicht äussert[62]).

Den Verwerfern schreibt Richter[63]) einen entscheidenden Einfluss auf die Gangveredelung zu. Er nimmt an, dass die Verwerfungen oder die Senkungen des Gebirges früher eingetreten seien, als die Ausfüllung der

59) Henwood, über die Erscheinungen der Erzgänge in Karsten Archiv neue Folge. Bd. X. S. 535 ff.

60) Karsten Archiv a. a. O. S. 561 ff.

61) Gaetzschmann, die Auf- und Untersuchung von Lagerstätten nutzbarer Mineralien. S. 117. Zweite Auflage. Leipzig 1866. S. 125. Ebenda finden sich eine grosse Reihe von Verwerfungsfällen abgebildet, weshalb wir darauf verweisen. Ein interessantes Beispiel findet sich in den Abbildungen merkwürdiger Gangverhältnisse aus dem sächs. Erzgebirge von v. Weissenbach. Fig. 34.

62) v. Weissenbach a. a. O. Fig. 24. 35.

63) Richter in Berg- und Hüttenm.-Zeitung von Kerl und Wimmer. Leipzig 1873. S. 6; 1874. S. 161.

vorhandenen Gebirgsspalten mit Gang- und Erzmasse, indem er den Fall nicht vereinzelt gefunden hat, wo schönes Erz bis an den Verwerfer heran einbricht, während dahinter nichts oder wenig mehr gefunden wird. Wenn die Voraussetzung richtig ist, so wird weiter geschlossen, dass wie es oben S. 17 von dem aufgelagerten Gebirge dargestellt ist, der Verwerfer als Damm gegen die Ausfüllungsflüssigkeit gewirkt und diese gezwungen hat, ihre gelösten Erzbestandtheile in gesteigertem Masse abzusetzen.

Alle geschilderten Erscheinungen haben es möglich gemacht, Altersunterschiede von Gängen derselben Formation aufzustellen, Gangformationen zu unterscheiden, die sich dann häufig auch durch besondere Erzführung auszeichnen; Gänge derselben Formation beobachten meistentheils einen gewissen Parallelismus im Streichen, gleichmässiges Verhalten gegen das Nebengestein und in der Ausfüllungsart der Gangspalte. Man hat versucht in den verschiedenen Gegenden verschiedene Formationen streng von einander zu trennen, wie im Königreich Sachsen: Zinnsteinformation, Freiberger Gänge (edle Quarz-, kiesige Blei-, edle Blei- oder Braunspath-, barytische Blei-Formation), Silber-, Kupfer- und Nickel-Gänge, Eisenerzgänge; v. Herder fügt noch eine Kupferformation (Quarz mit Kupfer- und Schwefelkies, Malachit u. s. w.) hinzu, die von Anderen fortgelassen wird.

In Cornwall hat man sogar neun solcher Systeme unterschieden. An anderen Orten, wie im Harze, hat man selbstständige Gangzüge aufgestellt, Hauptgänge mit Trümmern und Gefährten, welche ein Ganzes bilden[64]) Diese Unterscheidungen haben nur Werth für die specielle Gegend und lassen sich nicht verallgemeinern, sie bilden aber die Grundlage zur Betrachtung von ganzen Gangrevieren, welche aus den verschiedenen Gegenden vielfach dargestellt sind[65]).

Bisher sind die Erscheinungen, welche von Anderen **Querspaltengänge** genannt werden, betrachtet worden, Modificationen führen zu anderen Lagerstättenformen hinüber, da die Natur überhaupt nicht so scharf sondert, um

[64]) Zimmermann: Das Harzgebirge. Thl. I. S. 321 f.

[65]) Zimmermann a. a. O. Derselbe, Erzgänge des nordwestl. hannov. Oberharzes in Karsten Archiv, neue Folge Bd. X. S. 27. — Burat: études sur les mines, théorie des gîtes métallifères. Deutsch von Hartmann. — Freiberger Gangkarte. — Siegener Gangkarte. — Eine treffliche Darstellung dieser Art ist i. J. 1867 von den Gangverhältnissen des Harzes durch den Bergmeister Borchers erschienen, welche durch A. v. Groddeck: „über die Erzgänge des nordwestl. Oberharzes“, Berlin 1867 erläutert ist; vergl. auch denselben Verfasser in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 14 B. S. 273. — Sandberger: Untersuchungen über die Erzgänge von Wittichen im badischen Schwarzwalde in G. Leonhard und H. B. Geinitz neues Jahrbuch. Stuttgart 1868. S. 385. 749. — Dr. Hallwich: Zinnerzvorkommen zu Graupen in österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1868. S. 150. — Die Erzgänge im Bergdistrikte von Nagybánya in Ungarn: ebenda 1869. S. 113. — Die Gangverhältnisse vom Birkenberge bei Przibram: ebenda 1870.

nicht Uebergänge von einer Form zur andern offen zu lassen; sehr mächtige Gänge gehen ins Stockförmige über, viele, sich netzförmig kreuzende kleinere Gänge und Klüfte (filons en amas, Trümmerstockwerk) zum Stockwerk, Lenticulargänge, welche sich nach allen Richtungen hin sowohl dem Streichen, als dem Fallen nach auskeilen und wieder aufthun, also aus einer Aneinanderreihung linsenförmiger Massen bestehen[66]). Aehnlich den Lagern sind die Lagergänge[67]), als solche nur erkennbar an den Ausläufern, welche gleich den eigentlichen Spaltengängen in das Nebengestein eintreten; diese, wie auch die Contactlagerstätten, bedürfen jedoch hier besonderer Betrachtung nicht, es sei nur erwähnt, dass sie mitunter schon recht flaches Fallen haben, und dass Contactlager häufig an bestimmtes Gestein gebunden sind, wie Galmei an Kalk, Rotheisenstein an Grünstein, Syenit, Schalstein.

Für den Bergmann sind nach den vorstehenden Erörterungen die Gänge durch folgende Merkmale ausgezeichnet: Plattenform, lineare Erstreckung in Länge und Tiefe; meist starkes Fallen; Discontinuität der Erzführung, theils wegen der Gangarten, theils wegen der Anhäufung der Erze an Erzpunkten und Mitteln; Beziehung zu anderen Gängen.

b. Lager und Flötze[68]).

Flötze und Lager sind, wie bereits S. 6 erwähnt, dem geschieferten und geschichteten Gebirge parallel eingelagert, repräsentiren in einzelnen Fällen durch ihre Substanz ausgezeichnete Schichten oder Glieder der Formation und tragen immer die Kennzeichen gleichzeitiger Bildung mit dem umgebenden Gestein. Die Trennung zwischen Lager und Flötze ist schwankend, in anderen Sprachen ist sie nicht bekannt, doch ist es zweckmässig, beide Benennungen beizubehalten. Bald sind die Ausdrücke bezogen auf die Regelmässigkeit der Plattenform und des Aushaltens, bald auf das Alter; so spricht man von Erzlagern, deren Vorkommen, namentlich in Bezug auf Raumerfüllung, viel Eigenthümliches hat, so dass auch hier daran festgehalten werden soll, mit Ausnahme mancher Eisensteinvorkommnisse, die besser als Flötze bezeichnet werden; ebenso spricht man von Steinsalz-

S. 25; der Silber- und Bleibergbau zu Przibram (Böhmen). Herausgegeben von der k. k. Bergdirektion zu Przibram. Wien 1875. S. 61. — C. H. Müller: geognostische Verhältnisse und Geschichte des Bergbaues der Gegend von Schmiedeberg u. s. w. im Altenberger Bergamts-Revier. Freiberg 1867. — Gangkarte der Freiberger Bergreviere. Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1872. S. 70; berg- u. hüttenm.-Zeitung v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1872. S. 87; Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20 C. S. 3.

[66]) von Groddeck a. a. O. S. 45.

[67]) v. Cotta: die Erzlagerstätten von Tergove in der kroatischen Militärgränze in berg- u. hüttenm.-Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 29.

[68]) von Groddeck a. a. O. S. 11. 13. 27.

lagern, dagegen von Braunkohlenlagern und Braunkohlenflötzen, entschieden aber von Steinkohlenflötzen, vom Kupferschieferflötz.

Hier sollen als Flötze bezeichnet werden: alle regelmässig plattenförmige, den Gebirgsformationen gleichförmig eingelagerte Lagerstätten, von der Steinkohlenformation aufwärts, bei welchen die gewinnungswürdige Substanz der Lagerstätte deren Raum nach Streichen und Fallen continuirlich erfüllt, wogegen in der Mächtigkeit wegen der eingelagerten Bergmittel ein Zusammenhang nicht überall stattfindet; dies passt vornämlich auf die Flötzablagerungen von Stein- und Braunkohle, von Eisensteinen und Kupferschiefer. Hiernach würden z. B. manche Anthracitlagerstätten in den Alpen, welche in lauter linsenförmige Massen zerfallen, als Lager zu betrachten sein.

Hinsichtlich des Streichens und Fallens finden hier wie bei den Gängen die allgemeinen Bezeichnungen statt; indess haben die Benennungen recht- und widersinnig, die Eintheilung nach Streichstunden bei der Betrachtung dieser Lagerstätten keine Bedeutung.

Eigentliche Erzlager haben, verglichen mit Gängen, zwar oft grössere Mächtigkeit, aber geringere Ausdehnung in Länge und Tiefe; sie sind in ursprünglicher Lage flachfallend, kommen aber auch steil aufgerichtet vor. Veränderungen im Streichen und Fallen sind bei den Erzlagern seltener als bei den Gängen, dagegen wechselt häufig die Mächtigkeit oft und schnell, so dass mitunter das Lager in aneinander gereihte, flachgedrückte Linsen zerfällt. Die Erzlager hören auf durch Auskeilung, indem sich Dach und Sohle allmälig bis zur vollständigen Verdrängung des Lagers nähern, ferner durch allmäliges Verlaufen in das Nebengestein, eine der vorigen ähnliche Erscheinung, bei welcher sich Dach oder Sohle senkt oder hebt bis zur vollständigen Verdrängung des Lagers; plötzlich werden Lager abgeschnitten durch Klüfte, Eruptivgesteine, discordant aufsteigendes älteres Gebirge, jenseits welcher das Lager nicht wieder aufgefunden wird. Verwerfungen der Lager durch Gänge und gangartige Gebilde (taube Klüfte) treten häufig auf, man wird dann in den meisten Fällen in der Lage sein, das Lager jenseits des verwerfenden Ganges u. s. w. wieder aufzufinden. Gabelungen der Lager werden beobachtet, lassen sich aber schwer mit der dem umschliessenden Gebirge gleichzeitigen Entstehung vereinbaren und deuten vielmehr auf Lagergänge. Wie bei den Gängen findet auch bei den Lagern durch Anwachsen der Mächtigkeit ein Uebergang in das Stockförmige statt, während andererseits durch wiederholte Unterbrechungen des Lagers nach der Streich- und Fallrichtung Nester gebildet werden. Die Erzlager führen, vornämlich in älterem Gebirge, Eisen-, Kupfer- und Bleierze, Schwefel- und Kupferkiese, Blende, auch Galmei u. dgl. m. Die Ausfüllung eigentlicher Lager besteht: 1. selten aus dem nutzbaren Mineral allein, am häufigsten ist dies noch bei Eisenerzen der Fall; 2. häufiger sind Lagerarten, taube Gebirgsmassen, Träger und Begleiter der nutzbaren Fossilien; 3. das Lager besteht aus Schichten des Gebirgsgesteins, in denen

sich nutzbare Mineralien in bauwürdiger Menge angehäuft haben, eine Erscheinung, die fast mit den Erzimprägnationen des Nebengesteins und den Fahlbändern bei den Gängen zusammenfällt; anzureihen ist den Lagern das Vorkommen, wo 4. die Masse im Allgemeinen die des Nebengesteins ist, aber einzelne Bestandtheile zurückgetreten oder andere hinzugekommen sind, wie Dachschiefer, Tafel-, Alaun- und andere Schiefer; hier besteht der Unterschied der Lager gegen Flötze darin, dass sich bei letzteren die Masse wesentlich vom Nebengestein unterscheidet. Als Beispiele zu dem unter 3. geschilderten Auftreten von Lagern sind zu erwähnen: a) das Vorkommen der Kupfererze im Zechstein bei Stadtberge[69]; b) das bekannte Knottenerzlager am Bleiberge bei Commern in der Eifel, Schichten des Buntsandsteins erfüllend[70], dem das Bleierzvorkommen am Maubacher Bleiberge im Kreise Düren anzureihen ist[71]; c) bei Walkenraedt führt die liegendste Schieferthonschicht des Steinkohlengebirges auf 2000 bis 2500 Meter Bleierz und Blende, ein Vorkommen, welches in Verbindung mit den dortigen Contactlagern auftritt[72]; d) stellenweise hat auch das Vorkommen des Bleiglanzes auf Friedrichsgrube in Oberschlesien etwas Aehnliches, insofern derselbe ausser in einer compakten Flötzbank noch auf mannigfache Art, unter anderen eingesprengt im Dolomit vorkommt[73]. Hierher gehören auch e) die lagerförmigen Imprägnationen von Schwefelerzen im Thonglimmerschiefer von Grasslitz im böhmischen Erzgebirge[74].

Bei selbstständiger Masse des Lagers, namentlich bei den beiden ersten Arten der Ausfüllung, treten, wie bei den Gängen, mancherlei Texturen auf; die krystallinische Tendenz bleibt aber mehr auf die älteren Formationen beschränkt und ist überhaupt weniger ausgesprochen, als bei den Gängen. Symmetrisch vertheilte, correspondirende Lagen, wie wir sie bei den Gängen kennen lernten, fehlen hier; dagegen finden sich auch wohl Anhäufungen der Erze vorzugsweise in gewissen Regionen der Mächtigkeit nebst Unterschieden der Erze in derselben Richtung. Hiermit in Verbindung steht die Veränderung der Erze nach Menge, Art und Gehalt mit der Tiefe, auch wohl im Streichen, dazu treten secundäre Bildungen, Um-

[69]) von Dechen: „geognost. Uebersicht des Reg.-Bez. Arnsberg“ in Verhandl. des naturhist. Vereins der preuss. Rheinlande u. Westphalens. Bonn. XII. Jahrg. S. 165.

[70]) Diesterweg: Bleierzlagerstätten bei Commern in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 14 B. S. 159.

[71]) Dr. Ad. Gurlt in den Sitzungsber. der niederrhein. Gesellschaft in Bonn, in den angeführten Verhandl. XVIII. Jahrg. S. 56.

[72]) Braun, über die Galmeilagerstätte des Altenbergs, Zeitschr. der deutsch. geolog. Ges. Bd. IX. S. 357.

[73]) v. Carnall: „der Strebbau auf der Bleierzgrube Friedrich bei Tarnowitz“ in Zeitschr. für das Berg-, Hütten- u. Salinenwesen in d. preuss. Staate. Bd. I B. S. 5.

[74]) v. Cotta im neuen Jahrbuch von Leonhard und Geinitz. Stuttgart 1869. S. 488; berg- u. hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 82.

änderungen der Erze nach ihrer ersten Niederlage, in oberen Höhen der Lagerstätte, wie es beispielsweise oben S. 14 von Tharsis und Rio Tinto in der spanischen Provinz Huelva erwähnt und in der dort angegebenen Quelle von Ferd. Roemer ausführlich geschildert wird. Im Innern der Masse erscheinen Zerklüftungen, taube Gesteinsblätter, aber niemals Erzbringer und Erzräuber, wie bei den Gängen. Auch finden sich wohl Rutschflächen in der Begränzung, so wie im Innern der Masse, welche von Einwirkungen auf das Gebirge nach der Ablagerung der Lagerstätte herrühren. Einschlüsse vom Nebengestein sind selten und eigentlich mit der gleichzeitigen Entstehung desselben und der Lagerstätte nicht zu vereinigen. Imprägnationen des Nebengesteins treten häufig auf, werden aber hier unpassend mit diesem Namen belegt, weil nicht, wie bei den Gängen, die Erze nachträglich in das Nebengestein eindringen, sondern mit diesem gleichzeitig sich niederschlagen. Glatte Ablösungen der Erzlagerstätte gegen das Nebengestein werden zwar beobachtet, aber nicht eigentliche Bestege.

Treten die Erzlager an der Gränze zweier Gebirgsglieder auf, so sind sie häufig als Contactlager zu bezeichnen, womit sich der Zweifel an gleichzeitiger Bildung, beziehungsweise die Anschauung verbindet, dass die jetzige Beschaffenheit der Masse durch spätere Veränderungen gebildet ist; oder die Lager erscheinen alsdann im causalen Zusammenhange mit dem Vorkommen anderer Gesteine, z. B. Rotheisenstein und Eisenglanz in der Gegend von Brilon mit Syenitporphyr; desgleichen in Nassau mit Labradorporphyr, Schalstein, Mandelstein; Galmei mit Kalk und Dolomit, so in Oberschlesien mit Muschelkalk und Dolomit, bei Aachen zwischen devonischem Kalk und den darüber liegenden Schiefern oder zwischen Kohlenkalk und Steinkohlengebirge, bei Iserlohn zwischen Lenneschiefern und dem darüber liegenden Kalk, in Asturien in kalkigen Kreidegebilden oder zwischen diesen und dem Jura; Minérai violet von Vezay bei Namur zwischen devonischem Kalk und Schiefergebirge; Kupfer- und Eisenkiese an der Gränze von Chlorit- und Glimmerschiefer bei Salzburg[75]). Von Groddeck zeigt an dem Beispiel der Bleierzgänge zu Lintorf, welche man bislang als Contactlager zwischen Kalkstein und Alaunschiefer angesehen hatte, deren reine Gangnatur aber klar nachgewiesen wird, dass der Begriff des Contactlagers überhaupt als unhaltbar erscheint, weil man unter Lager allgemein eine geschichtete, sedimentäre Lagerstätte zu verstehen hat, welche jünger als ihr Liegendes und älter als ihr Hangendes ist, und weil die als Contactlager bisher angesprochenen Lagerstätten entweder als Gänge, die ihr Nebengestein verworfen haben, oder als metamorphische Lagerstätten und Höhlenausfüllungen erkannt worden sind[75a]).

[75]) Erzlagerstätten bei Salzburg in österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1869. S. 282.

[75a]) v. Groddeck: die Erzgänge bei Lintorf in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 29 B. S. 201.

Steinsalzlager zeigen häufig regelmässige Absonderungen in der Lagerebene (Bänke) und Einschlüsse von Thon, Gyps, Anhydrit, die oft zu wahren Bergmitteln werden; oft sind sie so regelmässig, auch mehrfach über einander wiederholt, wie in Lothringen, in England bei Northwich und an anderen Orten, dass sie die Benennung von Flötzen verdienen.

Flötze. Charakteristisch für die Flötze ist, dass sie sich oft vielfach über einander in der Gebirgsformation, in welcher sie auftreten, wiederholen, besonders ist dies in der alten Steinkohlenformation der Fall; so kennt man bei Mons 117 bis 122 bauwürdige Steinkohlenflötze über einander, an der Ruhr in Westfalen ca. 60[76]), bei Saarbrücken 74 bis 85 Flötze[77]); aber sie erscheinen auch in geringerer Zahl oder auch nur in einem Flötze, wie das Kupferschieferflötz im Mansfeldischen. Die Flötze sind meist sehr regelmässig abgelagert, in ursprünglicher Lage söhlig oder flachfallend bis 15, höchstens 20 Grad, doch zeigen sich auch steile Aufrichtungen, womit sich dann auch stets Störungen (Verwerfungen u. s. w.) verbinden, welche indess auch bei flachem Fallen nicht ausgeschlossen sind. Hier treten zuerst auch die Faltungen[78]) auf, welche natürlich die Gebirgsschichten theilen, wobei zu bemerken ist, dass dieselben sich auf geschichtetes Gebirge beschränken; besonders zahlreich aufgeschlossen sind derartige Faltungen durch den Steinkohlenbergbau, durch den es überhaupt erst möglich geworden ist, von dieser Architektur der Schichten eine klare Vorstellung zu erlangen; indess beschränkt sich diese Erscheinung keineswegs auf die Steinkohlenformation, sie wird in älteren und jüngeren Formationen beobachtet, auch manche Braunkohlenflötze zeigen Faltungen, immer aber doch in geringerem Maasse, als die Steinkohlen, wofür der Grund wohl in der bei Weitem jüngeren Entstehung der sonstigen Flötzvorkommen liegt.

Natürliche Form der Lagerung geschichteter Gebilde ist überhaupt die Mulde, welche sich durch schwache Neigung der Flügel als ursprünglich zu erkennen giebt; mehrere Mulden können schon bei der Ablagerung durch flache Erhebungen (Sättel) in Verbindung gestanden haben. Bei gefalteter Architektur sind die Schichten und mit ihnen die Flötze — ob durch Zusammenschieben oder Stauchen ist gleichgiltig — bei gleichzeitiger Aufrichtung in einen kleineren Raum zusammengedrängt worden; dadurch ist eine an manchen Stellen überaus weitgehende Wiederholung von Erhebungen und Senkungen derselben Schicht, von secundären Mulden und Sätteln entstanden, deren Erscheinungen in den verschiedenen Localitäten eigenthümliche Formen darbieten, welche in belehrender Weise im Steinkohlengebirge an der Ruhr, im Wormrevier, bei Mons u. a. O. zu beob-

[76]) Lottner: geognost. Skizze des westf. Steinkohlengeb. Iserlohn 1859.

[77]) Erläuterung zur Flötzkarte des Saarbrücker Steinkohlendistrikts. Gotha, Justus Perthes. S. 46.

[78]) von Groddeck a. a. O. S. 16.

achten sind. Die Wirkungen der auf die Schichten thätigen Kraft zeigen sich einerseits in einem Auf- und Abbiegen der Falllinien, andererseits auch in einem Hin- und Herbiegen der Streichlinien, wobei aus besonderen, hier nicht im Detail zu erläuternden Umständen ein vollständiges Zurücklaufen der Streichlinie eintritt, ähnlich wie bei ursprünglicher Beckenform. Eigenthümliche Modificationen entstehen durch spätere Einwirkungen z. B. durch Abtragen von Massen bei Entstehung der Tagesoberfläche oder bei der Ablagerung jüngerer Formationen, wodurch sich auch sogen. Luftsättel bilden[79]). Koehler sucht für das westfälische Steinkohlengebirge[80]) nachzuweisen, dass die Faltung desselben durch Einschrumpfen der Erdrinde in Folge fortschreitender Erkaltung und dadurch hervorgerufenes Einsinken der Gebirgsschichten entstanden sei, wodurch ein seitlicher Druck auf die nahezu horizontal abgelagerten Schichten ausgeübt und eine Faltung derselben bewirkt wurde, indem der Widerstand des durch seine Masse wirkenden Kohlengebirges überwunden wurde und zwar am erfolgreichsten in unmittelbarer Nähe der Kraftquelle, während mit zunehmender Entfernung die Wirkung schwächer wurde. So erscheinen in Westfalen, wo die wirkende Kraft von Süden gekommen ist, die Mulden im Steinkohlengebirge schmal und verhältnissmässig flach mit steil aufgerichteten Flügeln, je weiter nach Norden immer tiefer einsetzend und breit mit flach fallenden Flügeln. Während man früher der Ansicht war, dass die Faltung vor sich ging, als die ganze Gebirgsmasse sich noch einen gewissen Zustand der Weichheit bewahrt hatte, kommt man jetzt nach dem Vorgange von Heim (Untersuchung über den Mechanismus der Gebirgsbildung. Basel 1878) zu der Meinung, dass die Gesteine bei ihrer Faltung eben so hart waren, wie heute! Der Widerstand, welchen die faltende Kraft im Gestein zu überwinden hatte, war die Cohäsionskraft, welche allein ausreicht, das Brechen der Schichten trotz der Einwirkung des seitlichen Druckes zu verhindern; es tritt aber als weiteres Hinderniss für das Brechen der Druck der auflagernden Gesteinsmassen ein. War nun die faltende Kraft grösser, als die Cohäsionskraft des Gesteins und der Druck der aufliegenden Massen zusammen, so trat eine Faltung ohne Brechen ein; nahm aber der Druck der aufliegenden Massen ab, während die faltende Kraft gleich stark blieb, so entstand eine Faltung mit Bruch, was bei allen oberen Gebirgsschichten der Fall gewesen sein wird. Dieselben ragten nun mit ihren abgebrochenen Schichtenköpfen empor und boten dem Wasser Gelegenheit sie abzutragen und Luftsättel zu bilden. Alle diese Wirkungen traten aber nicht plötzlich ein, sondern waren das Resultat langdauernder Thätigkeit. Auf dieselbe Kraft führt Koehler die Entstehung der Wechsel oder Ueberschiebungen, sowie

[79]) Die specielle Betrachtung der Mulden und Sättel ist von Lottner in einer besondern Vorlesung über die Lagerstätten verfolgt worden.

[80]) Koehler über die Störungen im westfälischen Steinkohlengebirge und deren Entstehung in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 28 B. S. 195.

der Verschiebungen, der Sprünge zurück, was an der Hand der bekannt gewordenen Thatsachen nachgewiesen wird.

Trotz der gefalteten Lagerung ist es möglich, ein und dasselbe Flötz auf weite Strecken zu verfolgen und selbst ohne direkte Anschlüsse in von einander entfernten Grubenfeldern zu identificiren. Wenn auch die petrographische Beschaffenheit des Flötzes, seine Mächtigkeit, seine Struktur hierfür Fingerzeige abgeben, so ist es doch besonders die Beschaffenheit des Nebengesteins, die darin vorkommenden Versteinerungen, das Auftreten von hervorragend ausgebildeten Schichten, welche für den Bergmann von höchster Wichtigkeit sind, um ein bestimmtes Flötz wieder aufzufinden. Beispielsweise dient in Westfalen eine charakteristisch ausgeprägte Conglomeratschicht als Leiter für eine bestimmte Flötzgruppe der Steinkohlenformation[81]); in Shropshire und Süd-Staffordshire hat man durch ein Eisensteinflötz die Steinkohlenflötze zu identificiren gesucht[82]). Ueberhaupt ist es für den Steinkohlenbergbau insbesondere von grösster Bedeutung, die geometrische Lagerung der Flötze, ihre und des Nebengesteins mineralogische Beschaffenheit und die Natur der Versteinerungen in den Flötzen und im Nebengestein genau zu studiren, um ein genaues Bild von der Ablagerung zu erhalten und motivirte Pläne zur Ausgewinnung der Lagerstätten aufzustellen[83]).

Wie bei Lagern kommt auch bei Flötzen Imprägnation des Nebengesteins mit der Substanz der Flötze vor, sowohl mit metallischen Mineralien, als auch mit kohligen Substanzen, wobei die Steinkohlen dem Nebengestein schwärzliche Färbung geben; die Erscheinung ist hier ebenso, wie bei den Lagern, als eine ursprüngliche, mit der Ablagerung der Schichten gleichzeitig eintretende zu deuten und ganz verschieden von derjenigen bei Gängen.

Wichtig ist die innere Struktur der Flötze. Es findet parallel der Ablagerungsfläche eine Zertheilung des Flötzes in Bänke oder Packen statt, indem sich die einzelnen Bänke entweder nur durch glatte Ablösen oder durch Einlagerung von Bergmitteln (Scheeren) getrennt finden; andererseits zeigen sich innere Zerklüftungen der Flötzmasse, welche sich durch Ablösungsklüfte nach der Mächtigkeit der Lagerstätte bemerkbar machen und bei der Gewinnung für den Bergmann von besonderer Wichtigkeit sind, man nennt solche Klüfte Schlechten, im Mansfeldischen wohl Bahnen.

Trotz der im Allgemeinen grösseren Regelmässigkeit der Flötze sind doch auch Veränderungen in der Mächtigkeit nicht selten, wie Anschwellungen (Wülste), Verschmälerungen, Verdrückungen, Auskeilungen, sowie Abschneiden bei discordanter Lagerung gegen das Grundgebirge, welche Erscheinungen von denen bei den Lagern besprochenen nicht abweichen.

[81]) Lottner a. a. O.

[82]) The Mining Journal. London 1868. p. 349.

[83]) Renier-Malherbe: des caractères géologiques propres au raccordement des couches de houille in Annales des travaux publics de Belgique. Bruxelles. t. 25. p. 191.

Ein Begegnen von zwei Lagern und Flötzen, ähnlich wie bei den Gängen, ist unmöglich, dagegen tritt wohl der Fall der Gabelung ein, indem sich ein Gesteinmittel keilförmig in das Flötz einlegt und die Bänke des Flötzes von einander trennend, zwei Flötze erscheinen lässt; ebenso können zwei Flötze durch Verschwächung und allmäliges Verschwinden des zwischen ihnen liegenden Bergmittels sich zu einem Flötze vereinigen.

Am folgenschwersten werden auch hier diejenigen Störungen des normalen Verhaltens, welche mit einer Trennung und Dislocation der Lagerstätte und des umschliessenden Gebirges verbunden sind, die Verwerfungen (im weitesten Sinne)[84]), deren richtige Erkenntniss gerade durch den Flötzbergbau ausserordentlich gefördert worden ist. Sie sind immer durch Aufreissen von Spalten entstanden, die theils den Charakter wahrer Gänge, wie sie oben betrachtet sind, zeigen, theils sich als Klüfte, erfüllt mit tauben lettigen Massen, .darstellen, wie z. B. gewöhnlich im Steinkohlengebirge. Im Allgemeinen ist anzunehmen, dass bei der Dislocation eine Bewegung nach der oder nahezu in der Falllinie des verwerfenden Ganges oder der verwerfenden Kluft stattgefunden hat, wobei aber zwei verschiedene Modalitäten eintreten. Das Stück im Hangenden liegt 1. höher, wo man es mit einem Wechsel, einer Ueberschiebung zu thun hat, 2. es liegt tiefer, wo man die Erscheinung Sprung, Verwerfung im engeren Sinne nennt. Der erste Fall scheint häufig mit der Entstehung von Faltungen im Zusammenhang zu stehen, der zweite ist gewöhnlich nach der Faltung entstanden zu denken. Beide Modalitäten kommen auch bei Gängen vor, natürlich ohne Beziehungen auf Faltungen; in Flötzformationen ist der zweite Fall der häufigere.

Complicirt für den bergmännischen Betrieb wird das Phänomen am meisten, wenn gefaltete Architektur vorhanden ist. Es genügt hier, die Ausrichtungsregeln aufzustellen, da das Detail später folgt. Als Regel gilt:

1. für den Sprung: befindet man sich auf dem hangenden Gebirgsstück, d. h. fällt die Kluft zu, so sucht man jenseits der Kluft die Lagerstätte im Hangenden auf, bei umgekehrter Situation im Liegenden;
2. für die Ueberschiebung: vom hangenden Gebirgsstücke aus wendet man sich ins Liegende.

Die erste Regel versagt nur dann, wenn der Verwerfer schwächer fällt, als die verworfene Lagerstätte, ein Fall, der bei Flötzen und Lagern kaum, wohl aber bei Gängen zu erwarten ist.

Endlich ist hier noch des Einflusses plutonischer Massen zu gedenken, die, in Gangform eingedrungen, Verwerfungen hervorrufen können, aber auch wohl nur verändernd auf die Substanz der Lagerstätte einwirken, wie z. B. Spatheisenstein in Magneteisenstein, Steinkohle in koksartige Massen verwandeln und zerklüften, ähnlich Braunkohle umwandeln.

[84]) von Groddeck a. a. O. S. 18.

II. Massige Lagerstätten.

a. Stöcke[85]).

Unter Stöcke versteht man Mineralmassen, welche, verschieden von dem umgebenden Gestein, entweder unregelmässige, sphäroidische, elliptische oder zackige Gestalt besitzen, oder zwar, noch mehr oder weniger erkennbar, plattenförmig oder linsenförmig sind, eine Ausdehnung nach einem gewissen Streichen und Fallen erkennen lassen, aber eine grosse Mächtigkeit, besonders nach der Mitte hin, zeigen. Manche Schriftsteller nennen nur die ersten Formen Stöcke, in welchem Falle dann auch noch stehende (Gang-) und liegende (Lager-) Stöcke unterschieden werden. Dr. Reyer[85a]) erklärt die Bezeichnung einer Lagerstätte mit „Stock" überhaupt für unhaltbar und unwissenschaftlich, weil jede derselben unter irgend eine der anderen Lagerstättenformen, wie Gang, Gangschwarm, Butzen, Linsen u. dgl. m. zu begreifen sei. Es gestaltet sich indess bei der vorstehenden Definition unter „Stock" ein ganz bestimmter Begriff heraus und soll derselbe hier beibehalten werden. — Stockförmig, dabei besonders regelmässig, gedrängt, in geraden Linien, parallel der Schichtung geordnet, sind die Erzstöcke in Schweden, Finnland, Norwegen, z. B. Arendal[86]). — Als stehender Stock gilt der Stahlberg bei Müsen, Spatheisenstein enthaltend, dessen grösste Länge 167 Meter von Norden, wo eine Zertrümmerung in 3 bis 6 Trümmer stattfindet, nach Süden, wo er durch den sogen. faulen Stuff, eine bis 25 bis 29 Meter mächtige Lage abgeschnitten wird; das Fallen des Stocks ist nach Osten, das der Trümmer nach Westen; die Mächtigkeit beträgt gewöhnlich 21 bis 25 Meter, zwischen den Trümmern 63 bis 94 Meter. — Als liegender Stock wird der Rammelsberg im Harz[87]) angesehen, dessen grösste Länge ca. 600 Meter beträgt, die grösste Mächtigkeit 50 Meter; er ist bekannt bis 272 Meter Tiefe, aber schon bei ca. 130 Meter gegabelt; er enthält Schwefelkies, Kupferkies, Bleiglanz, Blende. — Der berühmte Magneteisenstock von Dannemora in Schweden hat eine Mächtigkeit von 20 bis 60 Meter und eine Erstreckung in die Tiefe von 200 Meter; der Hauptstock ist in der Form einer gedrückten Säule ähnlich[88]). — Hierhin gehört auch das Vorkommen von Magneteisenstein von Krux bei Schmiedefeld am thüringer Walde[89]); ferner

[85]) von Groddeck a. a. O. S. 54.

[85a]) v. Hauer, Jahrbuch der österr.-ungar. Bergakademien. Bd. 29. S. 21.

[86]) Mosler in Mittheilungen über Bergbau und Hüttenbetrieb in Norwegen und Schweden in d. Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. XIV B. S. 126.

[87]) v. Cotta: „über die Kieslagerstätte am Rammelsberg bei Goslar" in berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl und Wimmer. 1864. S. 369 f.

[88]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1871. S. 332.

[89]) Krug v. Nidda: „geogn. Bemerkungen über d. thüringer Wald" in Karsten u. v. Dechen Archiv. Neue Folge. Bd. 11. S. 13.

der liegende Stock von Salair in Sibirien, welcher silberhaltige Schwefelmetalle in Schwerspathmasse enthält[90]). — Der äusseren Erscheinung nach möchten hierher zu rechnen sein die Erzlagerstätten von Schlangenberg am Altai, obwohl sie bei näherer Untersuchung doch wohl als eigentliche Gänge anzusehen sind[91]).

In stockförmigen Lagerstätten treten vorzugsweise auf: Schwefelkies, Kupferkies und andere Kupfererze; Magnet- und andere Eisensteine, besonders Spatheisenstein, auch Eisenglanz auf der Insel Elba; in jüngeren Formationen: Bleiglanz, Galmei, Brauneisenstein, Steinsalz, Schwefel. Auch stockförmige Steinkohlenmassen sind bekannt, wie in Frankreich zu Creuzot 65 Meter und Montchanin 25 bis 76 Meter mächtig[92]).

Eigenthümlich ist das Vorkommen von Salzthon in den östlichen Alpen bei Hallstadt, Aussee, Ischl, Hallein, Berchtesgaden; es sind thonige Massen mit Gyps und Anhydrit, imprägnirt und durchzogen von Steinsalz, auf welches der bekannte Sinkwerksbau geführt wird; es mag dahin gestellt bleiben, ob diese Vorkommen zu den stockförmigen zu rechnen sind. — Als stockförmige Steinsalzmasse ist besonders die von Cordova in Catalonien zu erwähnen, in zwei an der Basis zusammenhängenden Massen aufragend, auf welche Tagebau geführt wird; auch in Siebenbürgen sind Steinsalzstöcke bekannt.

In der Anordnung der Ausfüllungen findet sich dieselbe Verschiedenheit, wie bei den Gängen und Lagern; sie erscheinen derb, breccienartig, in Nestern und Linsen vertheilt, lagenweise angeordnet, natürlich niemals correspondirend und symmetrisch. Ebenso findet man verschiedene Erze in verschiedenen Theilen und Niveaus des Stocks, z. B. im Rammelsberg am Liegenden und nach Westen Bleiglanz, Schwefelkies, Kupferkies und Blende, dagegen nach Osten Schwefelkies innig gemengt mit 18 bis 20 Procent Kupferkies. Linsenförmige Massen bildet der Magneteisenstein von Dannemora. Zerklüftungen der Masse im Innern setzen nicht in das Nebengestein, wie die sogen. Steinscheiden im Rammelsberge, die rhomboedrischen Absonderungen in den scandinavischen Magneteisensteinlagerstätten[93]) beweisen.

Fremde Massen finden sich häufig in Stöcken, so die lettigen Umhüllungen beim Galmei und Bleiglanz, taube Gesteine bei anderen Erzen.

Meistentheils sind die Stöcke gegen das Nebengestein scharf abgeschnitten, doch findet auch ein Uebergang in dasselbe statt, ähnlich wie es bei den Gängen geschildert ist.

[90]) v. Cotta in berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl und Wimmer. Leipzig 1869. S. 201.

[91]) v. Cotta ebenda. S. 237.

[92]) v. Dechen „über die Steinkohlenreviere in den Depart. der Loire und der Saône und Loire in Karsten und v. Dechen Archiv. Neue Folge. Bd. 17. S. 479 f.

[93]) Hausmann: „Reise durch Scandinavien“. Bd. 4. S. 78.

Stöcke treten gern an der Gränze von Gebirgsgliedern auf, z. B. die Eisenerzstöcke an der sogen. Mommel und am Stahlberge, im Thüringer Walde zwischen Granit und Kalk, die Galmeistöcke in Westfalen zwischen Kalkstein und Lenneschiefer. Sie wiederholen sich zuweilen in demselben Gebirgsgliede, meist ohne Ordnung oder doch nur dann regelmässig, wenn sie an Gebirgsscheiden gebunden; ein besonders regelmässiges Auftreten ist das oben erwähnte in Scandinavien.

b. Stockwerke.

Stockwerke sind Gebirgsglieder, welche von nahe neben einanderliegenden, sich schaarenden und kreuzenden Gängen von geringer Mächtigkeit oder von anderen Spalten durchzogen sind; auch finden sich Erze in der ganzen Masse imprägnirt. Sie sind verschieden von dem umgebenden Gestein und treten im älteren Gebirge oder in eruptiven Gesteinen auf. Als Erze führen sie vorzugsweise Zinnstein: im Granit zwischen Thonschiefer zu Carclaze in Cornwall im Felsitporphyr zwischen Syenitporphyr und Gneis zu Altenberg im Erzgebirge[94]), im Granit zwischen Gneis zu Geier[95]), Schlackenwald im Erzgebirge[96]).

III. Andere unregelmässige Lagerstätten.

a. Nester und Nieren[97]).

Nester und Nieren sind im Allgemeinen kleinere Mineralmassen von mehr oder minder regelmässiger Gestalt, die selbstständig in einem Gebirgsgliede auftreten, gewissermassen Stöcke im Kleinen.

Einzelne nennen Nester die mehr linsen- oder schalenförmigen, Nieren die mehr gerundeten Gestalten (Mugeln), oder erstere solche, die ins Nebengestein verlaufen, letztere, die dies nicht thun, oder erstere solche, welche vorzugsweise Erze, letztere, welche auch andere Mineralien enthalten. Besser ist vielleicht, den Ausdruck Nieren auf solche Formen zu beschränken, welche später durch Contraktion sich um bestimmte Centra der Anziehung gebildet haben, wie z. B. die Sphärosideritnieren im Schieferthon des Steinkohlengebirges.

Die Anordnung der Nester ist gang- und lagerartig, die der Nieren, beim Festhalten der letzten Definition, flötzförmig; die Nester können also auch als Lager, Stöcke u. s. w. mit nesterweiser Vertheilung des Minerals erscheinen.

[94]) Müller: „Die Bildung der Zinnstockwerke im östl. Erzgebirge“ in der berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl und Wimmer. 1865. S. 178. — v. Cotta: „Die Lehre von den Erzlagerstätten“. Bd. II. S. 14.

[95]) v. Cotta ebenda. Bd. 2. S. 28.

[96]) Rücker: „Beitrag zur Kenntniss des Zinnerzvorkommens bei Schlaggenwald“ im Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt. Bd. XIV. S. 311.

[97]) von Groddeck a. a. O. S. 56.

b. Butzen[98]).

Butzen oder Werke sind rings vom Gestein umschlossene oder von der Oberfläche niedergehende Räume und Gebirgseinschnitte, höhlen-, spaltenartig, trichterförmig, kurz von mannigfachen Gestalten, wofür das französische Wort gîtes en poches, das englische pockets bezeichnend ist, sie sind erfüllt mit fremden Mineralmassen, meist von der Zerstörung früherer Lagerstätten herrührend. Es sind thonige und lettige Hauptmassen, in denen sich Erze vertheilt finden; oft sind die Räume aber auch ganz leer. Vorzugsweise treten Bohnerze auf z. B. in Istrien, Krain, Croatien, Dalmatien, in Würtemberg im Muschelkalk und Jura, in Frankreich im Jura; auch Thoneisenstein findet sich. Hierher gehören auch die Bleierzlagerstätten des Missisippithales im untersilurischen Kalk, der von Schiefern überlagert wird. Die Butzen sind wohl häufig nichts Anderes als Höhlenausfüllungen, so dass sie sich am häufigsten im Kalk- und Dolomitgebirge namentlich der Juraformation wegen dessen Neigung zu Höhlenbildungen finden[99]). Man nennt indess auch wohl Butzen jede grössere Anhäufung von Nestern und Nieren im älteren Gebirge.

B. Aufgelagerte Lagerstätten.

Die aufgelagerten Lagerstätten sind jüngerer und jüngster Entstehung, sie finden sich auf oder nahe an der Oberfläche. Es gehören dahin die Seifen und die oberflächlichen Lagerstätten.

I. Seifen (Trümmerlagerstätten)[100]).

Zu den Seifen führen gewissermassen die Butzen hinüber, weil sie, wie die Seifen, mit Zerstörungsprodukten erfüllt sind. Die Seifen sind Anhäufungen von Mineralien, welche, durch Verwitterung, Ab- und Zuschwemmung aus anstehenden Gebirgsmassen und Lagerstätten hervorgehend, sich an einer abgesonderten Stelle abgelagert haben; sie bestehen daher aus Gemengen von Bruchstücken der verschiedensten Art und Grösse, aus grossen Blöcken bis herab zum feinsten Sande, Lehm, Thon, in welchen Erze sehr verschiedenartig vertheilt sind. Die Seifen lassen sich als Aufbereitungen im grossen Massstabe betrachten. Sie finden sich oft nahe bei den anstehenden Lagerstätten, oft weit davon entfernt, oft ist der Ursprung gar nicht nachzuweisen; an vielen Punkten sind sie reicher, als das ursprüngliche Gebirge. Zuweilen werden sie wieder von andern Massen,

98) von Groddeck a. a. O. S. 55.
99) v. Cotta: „Die Lehre v. d. Erzlagerstätten". Bd. II. S. 191, 390, 392.
100) von Groddeck a. a. O. S. 265, 268.

wie Torf, Lehm, Sand, Gerölle bedeckt; sie scheinen nicht älter als von diluvialer Bildung zu sein, an einzelnen Punkten ist ihre Bildung abgeschlossen, an anderen dauert dieselbe noch fort; am häufigsten finden sie sich in Thälern, Schluchten, Flussbetten, an Thalgehängen, in grossen Ebenen. Man unterscheidet: Metall-, Erz- und Edelsteinseifen. Es findet sich:

Gold: im Kleinen in den Alluvionen von Flüssen, wie Isar, Inn, Edder, Rhein, Mawddach in Nordwales[101]) u. s. w., grossartig am westlichen Ural, am Altai, in Australien, Brasilien, Californien, Spanien, Siebenbürgen, Ungarn, früher auch in Böhmen, in Norwegen im Gebiete des Toma Elv[102]);

Platin: früher fast nur in Südamerika bekannt, zugleich mit Körnern von Chrom-, Titan-, und Magneteisen, seit 1822 auch am östlichen Ural aufgefunden, auch in Brasilien, Haiti, Borneo, am Altai, in Nord-Carolina;

Kupfer: in Brasilien, China;

Zinnstein: (streamworks), von allen Erzen am häufigsten in Seifen auftretend: auf der Halbinsel Mallacca, auf Banca, in Australien, in Cornwall (Penzance), in der Bretagne, in Sachsen, in Böhmen; hier überall im Gebiet oder in der Nähe von Granitpartien, in denen zinnführende Gänge aufsetzen;

Eisenerz: auf Elba in der Nähe der bekannten, anstehenden Massen des Eisenglanzes; ein vereinzelter Fall in Westfalen in der Nähe von Menden;

Edelsteine: in Brasilien, Ostindien, auf Ceylon.

II. Oberflächliche Lagerstätten.

Die oberflächlichen Lagerstätten unterscheiden sich von den Seifen dadurch, dass sie an Ort und Stelle (in situ) gebildet sind. Sie füllen ohne Regelmässigkeit Vertiefungen und Höhlungen des Terrains aus und sind mit mehr oder minder mächtigen Schichten von Dammerde bedeckt; sie verbreiten sich ohne bestimmtes Aushalten über grössere oder geringere Strecken und bilden ein zerstreutes oder nesterweises Vorkommen. Es gehören hierher:

Raseneisensteinablagerungen: Dieselben sind das Resultat der Niederschläge aus eisenhaltigen Quellen, welche gewöhnlich mit Pflanzenstängeln, Sand u. s. w. vermischt sind; sie liegen bald auf feinem Sande, bald auf Thon oder lettigen Massen. Die Erze sind gallig, löcherig, porös, enthalten phosphorsaure Eisenverbindungen (Vivianit) und werden unterschieden in Wiesenerz, Sumpferz und Morasterz. Ihre Bildung findet noch heute statt; sie finden sich in der Lausitz, Niederschlesien, Provinz Brandenburg, Pommern, Preussen, Westfalen, Mecklenburg, Polen, Litthauen, Russland u. s. w.

Aehnlich ist das Vorkommen von Salzbildungen: krustenförmig als

[101]) Der Berggeist. Köln 1868. S. 224.

[102]) Leonhard und Geinitz neues Jahrbuch. Stuttgart 1868. S. 748.

Niederschläge aus Salzseen, als Auswitterungen in Salzsteppen; hierher gehören die Salz- und Natronseen im südlichen Russland, Kleinasien, Persien, Egypten, die Ablagerungen von Natronsalpeter in Chili, Peru (Provinz Taraxaca).

Hier ist auch noch anzureihen das Vorkommen des Bernsteins, in Sand und Lehm eingebettet, an den Meeresküsten, namentlich der Ostsee, aber auch vereinzelt tief in Binnenländern.

Torfmoore, von denen jedoch manche ältere schon lagerartig sind. Dieselben stellen sich dar in der Form grösserer oder kleinerer Lager, welche Niederungen und Ebenen überdecken, den Grund der Thäler oder Gebirgsmulden erfüllen oder sich an den Abhängen des Gebirges hinziehen und dieselben sattelförmig überkleiden. Sie bestehen aus den Resten vermoderter Pflanzen, erzeugen sich unter günstigen Umständen wieder und lassen dann eine regelmässige Bewirthschaftung zu. Die Mächtigkeit beträgt zuweilen nicht mehr als 300 Millimeter, zuweilen aber bis 3 Meter und mehr; bei grösserer Mächtigkeit finden sich wohl mehr oder minder deutliche Zwischenlagen, welche dem Ganzen eine Art geschichtetes Ansehen geben, dieselben sind entweder Torfsubstanz von anderer Beschaffenheit als die darüber und darunter liegende, oder es sind mineralische Substanzen, dann aber in der Regel nicht sehr dick. Bei Mühlberg in Thüringen wechsellagert Torf mit Kalktuff, bei Mühlhausen findet sich eine 15 Meter starke Decke von Diluviallehm über dem Torf[103]), während andere Moore nur mit leichten Decken von Sand versehen sind oder ganz frei liegen.

Die meisten Torfmoore der Jetztzeit verrathen sich durch sumpfige Beschaffenheit der Bodenoberfläche, auch durch Pflanzen besonderer Art. Man unterscheidet nach den Pflanzen: Moos-, Schilf- oder Rohr-, Papier-, Holz-, Moor- oder Tangtorf; nach der Consistenz: Pechtorf, Sumpf- oder Baggertorf, Rasentorf, Fasertorf.

Störungen.

Nachdem die verschiedenen Lagerstättenformen betrachtet sind, bleibt noch übrig, diejenigen Erscheinungen zu erörtern, welche eine Veränderung in der Lage der Lagerstätte hervorrufen. Man versteht nach allgemeinstem Begriff unter Störungen jede Abweichung vom normalen Verhalten der Lagerstätte, so dass von Einzelnen auch Aufrichtungen und Faltungen als Störungen angesehen werden. Scheidet man diese als Formen der Gebirgsarchitektur aus, so werden dann wohl unterschieden: primitive und

[103]) v. Cotta: „Die Lehre v. d. Flötzformation", S. 44. — Dr. Senft: „Die Humus-, Marsch-, Torf- und Limonitbildungen".

secundäre Störungen, wofür man aber besser sagt: alleinige Störungen der Lagerstätte und Störungen des ganzen Gebirges, mithin auch der eingeschlossenen Lagerstätte. Dieser Unterschied ist indess wenig stichhaltig, da viele der sog. primitiven, oben schon betrachteten Störungen, z. B. Veränderung in der Mächtigkeit, Verdrückung, Auskeilung u. s. w. mit Gebirgsstörungen nicht selten zusammenhängen.

Unter den Gebirgsstörungen sondern sich diejenigen als besondere Klasse ab, welche durch das Eindringen plutonischer Massen direkt hervorgebracht sind; diese sind im Allgemeinen weniger gesetzmässig. Die dann noch verbleibenden Störungen können allerdings auch im causalen Zusammenhange mit Eruptivmassen stehen, oft ist ein solcher aber gar nicht nachzuweisen, und das Phänomen hat überhaupt etwas mehr Selbstständiges, nämlich: Trennung des Zusammenhanges durch Aufreissen von Spalten und Dislocation, beziehungsweise Veränderung der Lage der getrennten Gebirgstheile.

Hierdurch ist ein Zusammenhang mit den Gängen von selbst angedeutet, und in Rücksicht auf plattenförmige Lagerstätten sind zu unterscheiden: Gangverwerfungen und Verwerfungen von Lagern und Flötzen; unter letzteren sind wieder die Verwerfungen im Steinkohlengebirge am besten bekannt.

Die trennende Spalte ist entweder wirklich ein Gang und wird im Flötzgebirge dann auch wohl Rücken genannt, oder sie ist taub, erfüllt mit lettigen Massen u. dgl. m. und wird dann mindestens beim Steinkohlenbergbau, Kluft, sowie die ganze Erscheinung im weitesten Sinn Sprung genannt. Dass solche Klüfte bisweilen im Fortschreiten vollständigen Gangcharakter annehmen, ist bereits oben S. 32 erwähnt. Uebrigens schwanken die angeführten Ausdrücke in verschiedenen Gegenden sehr:

In Niederschlesien sind Sprünge vornämlich Verwerfungen nach dem Fallen, deren Klüfte also mehr streichend sind, Riegel mehr gangartige Bildungen mit Letten, Mandelstein, Bruchstücken des Nebengesteins ausgefüllt;

beim Saarbrücker Steinkohlenbergbau: Sprung, jede Trennung der Flötze mit oder ohne Verwerfung; Rücken, gangähnlich, mit Letten oder Bruchstücken des Nebengesteins ausgefüllt, Wechsel, Dislocation mit ziemlich parallelem Streichen;

beim Kupfererzbergbau von Riechelsdorf: Rücken, Verwerfungen über, Wechsel solche unter 1,5 Meter Höhe;

im Dresdener Steinkohlenbecken; Kämme, Gänge von 0,5 Meter und mehr, Rücken von geringerer Mächtigkeit;

beim Zwickauer Steinkohlenbergbau: Setzen, gewöhnliche Verwerfungen, Vorschüsse, Gänge oder gangähnliche Bildungen;

in Westfalen: Sprung oder Verwerfung (Hauptverwerfung), Wechsel oder Ueberschiebung.

Von den verwerfenden Gängen ist hinsichtlich ihrer inneren Beschaffenheit und äusseren Erscheinung an dieser Stelle nichts mehr zu be-

merken, vielmehr in dieser Beziehung auf die Ausführungen oben S. 19 ff. zu verweisen. Die eigentlichen Klüfte (im Steinkohlengebirge) haben gleichfalls, wie die Gänge, lineare Erstreckung und zeigen starke Neigung (obschon selten seiger) und zwar am häufigsten zwischen 50 und 70 Grad, selten unter 40 Grad, 10 bis 20 Grad sind ganz ungewöhnlich; im Allgemeinen ist die Mächtigkeit gering, 26 bis 523 Millimeter und schwankt, namentlich in den verschieden harten Gesteinen, oft lässt sie sich nicht gut beobachten, wenn das Nebengestein angegriffen und aufgeweicht ist, wo dann häufig die Zerrüttungen des Gebirges sehr breit sind. Wie bei Gängen, kommen locale Biegungen im Streichen und Fallen der Klüfte vor. Die Klüfte haben, wie die Gänge, Salbänder, welche besonders im Liegenden, oft gefurcht und spiegelnd sind; sie zeigen einen lettigen, kohligen Besteg und führen in ihrem Innern Flötzkeile, wie sie andererseits ihren Einfluss durch Veränderung der Kohle in ihrer Nähe kennzeichnen. Ausser Letten u. dgl. m. führen die Klüfte auch andere Mineralien als Ausfüllungsmasse, wodurch die Analogie mit Gängen noch mehr hervortritt, wie Schwefelkies, Wasserkies, Kupferkies in Funken, Knollen von Sphärosiderit, Bleiglanz, Zinkblende, Braun-, Roth- und Spatheisenstein, Kalkspath, Schwerspath, Gips u. s. w.

An Stelle deutlicher Klüfte findet sich oft nur eine allgemeine Auflockerung des ganzen Gesteins, namentlich bei streichenden Störungen, z. B. bei Wechseln.

Eine weitere Analogie der Klüfte mit Gängen besteht in dem Auftreten zahlreicher Sprünge mit einander, welche Sprungfelder bilden, in dem Vereinigen von Klüften, von Haupt- und Nebensprüngen, endlich in dem Verwerfen der Sprünge unter einander. Die letztere Erscheinung ist jedoch im Ganzen sehr selten, es finden sich schöne Beispiele davon in Schlesien, sie entspricht vollständig einer Gangverwerfung, da die Flötze Schichten des Nebengesteins sind und schon jeder Gang für sich das Nebengestein dislocirt. Niemals hat man aber Durchsetzungen und Durchkreuzungen der Klüfte beobachtet, was auf die gleichzeitige Entstehung grosser Sprungfelder hindeutet. —

Für die theoretische Betrachtung lassen sich die Verwerfungen der Flötze durch Klüfte und Gänge mit der Verwerfung eines Ganges durch einen andern zusammen behandeln, obschon im letzteren Falle stets schon eine doppelte Zertheilung des Gebirges vorhanden ist; dieses Zusammenfassen ist um so eher möglich, als sich die Flötzverwerfungen wegen ihrer sehr verschiedenen Fallwinkel reicher an besonderen Fällen darstellen.

Die Theorie, abgeleitet aus den Beobachtungen, ist zuerst 1810 von Schmidt[104]) für Gänge ausgesprochen worden, nämlich: Bewegung des Gebirges in der Richtung der Falllinie des Verwerfers und daher (bei nicht seigerer Stellung desselben) die Möglichkeit:

[104]) Schmidt: „Theorie d. Verschiebungen älterer Gänge.“ Frankfurt a. M. 1810.

a. dass das hangende Stück tiefer liegt, welcher Fall zunächst allein von Schmidt betrachtet wurde und überhaupt sowohl bei Gang-, wie Flötzverwerfungen am häufigsten auftritt; er ist als eigentlicher Sprung oder Verwerfung zu bezeichnen;

b. dass das hangende Stück höher liegt; wegen des in den meisten Fällen eintretenden Doppeltliegens des Flötzes wird eine derartige Verwerfung Ueberschiebung, Uebersprung genannt; da dies aber nicht nothwendig damit verbunden seiñ muss, ist der Ausdruck Wechsel vorzuziehen; dieselben treten gern streichend im Flötzgebirge auf.und hängen ohne Zweifel vielfach mit den Faltungen der Schichten zu Sätteln und Mulden zusammen.

c. Theoretisch gehören dann hierher noch die Seigersprünge, bei denen sich die Verwerfer indifferent nach beiden Seiten verhalten.

Hoefer[104a]) hat auf vielen Verwerfungsklüften, insbesondere sehr schmale, glatte Rutschflächen, welche er Rutschstreifen nennt und welche häufig ein System paralleler Ritze oder Furchen bilden, beobachtet und dabei gefunden, dass dieselben nicht nach dem Fallen des Verwerfers gerichtet sind, sogar häufig ziemlich flach liegen, 15 bis 30 Grad, während der Verwerfer 70 bis 80 Grad fällt. Diese Rutschstreifen sieht Hoefer als die Bewegungsrichtung an und schliesst daraus, dass die Bewegung nicht, wie vorstehend angenommen, in der Richtung des Fallens des Verwerfers stattgefunden hat, auf welche Voraussetzung er dann seine Ansichten über Ausrichtung der Verwerfungen begründet.

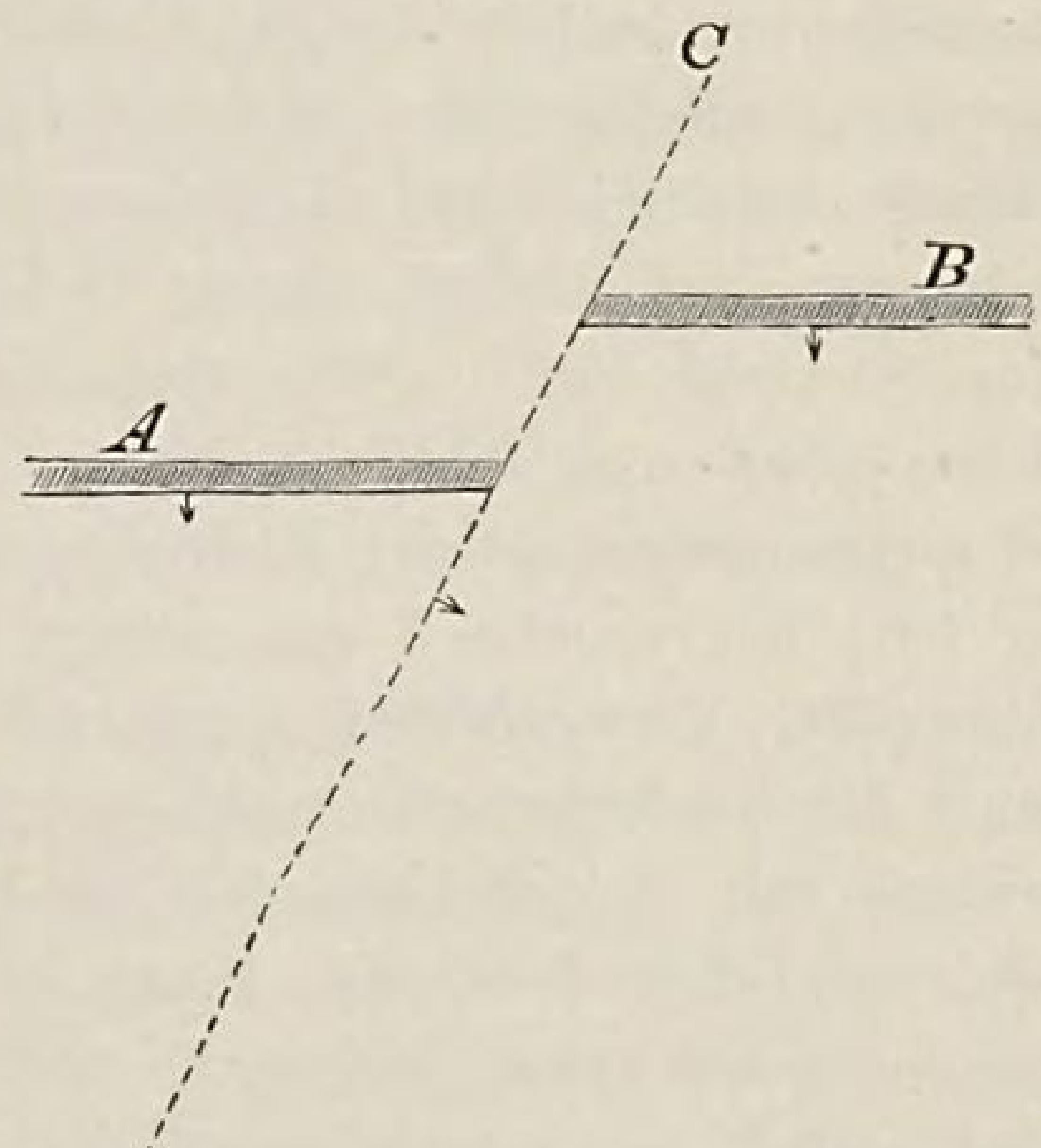
Um eine bestimmte Ausdrucksweise einzuführen, wird bei der ferneren Betrachtung der Verwerfer als Kluft behandelt, wobei man sich zu erinnern hat, dass er ein wirklicher Gang sein kann; die verworfene Lagerstätte wird als Flötz angesehen, kann aber auch bei entsprechender Neigung Gang sein; Kluft und Flötz werden zunächst als Ebenen gedacht. Mit Sprunghöhe wird die Entfernung correspondirender Punkte in der Richtung der Falllinie der Kluft bezeichnet; aus der Sprunghöhe s und dem Fallwinkel der Kluft β ergiebt sich die Seigerhöhe $h = s \sin. \beta$; die absolute Grösse dieser Niveauveränderung ist natürlich überaus verschieden und geht bei den grössten derartigen Phänomenen weit über 200 Meter hinaus. Die Schnittlinien zwischen den getrennten Flötztheilen und der Kluft, die theoretisch als parallel zu denken sind, werden hier ähnlich, wie die Kreuzlinien bei Gängen, charakteristisch für die Erscheinung des Sprunges; sind sie geneigt, so tritt in vielen und wohl in den meisten in der Natur vorkommenden Fällen als abgeleitetes Phänomen ein Seitwärtsliegen der getrennten Theile in der horizontalen Richtung ein. Diese Seitenverschiebung, deren Betrag sich nach den Fallwinkeln der Kluft und

[104a]) Hoefer: die Ausrichtung der Verwerfungen. Wien 1881; auch in österr. Zeitschr. f. B.- u. H. Wesen. Wien 1881. S. 167; Glückauf. Essen 1882. No. 25; the Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 34. p. 56.

des Flötzes richtet, ist in früherer Zeit als das Wesentliche betrachtet worden. Wichtig für die Betrachtung ist der Sprungwinkel, womit der Winkel bezeichnet wird, welchen die Schnittlinie mit dem ins Liegende des Flötzstückes gehenden Theil der Streichlinie der Kluft macht. Zum Verständniss der Erscheinungen sind noch die Ausdrücke zu erwähnen: es findet Deckung nach dem Loth statt oder nicht, d. h. nach seigeren Ebenen, gelegt durch die Schnittlinien und Deckung nach dem Perpendikel oder nicht, d. h. nach Ebenen winkelrecht gegen die Flötztheile, wobei nur der Theil der Kluft zwischen den Schnittlinien in Betracht kommen kann.

Die allgemeine Eintheilung der Verwerfungen umfasst also nach dem Bisherigen: Sprünge, Wechsel, Seigersprünge; eine specielle Eintheilung wird am besten nach dem Verhalten des Streichens der Kluft ge-

Fig. 13.



macht, so dass im Anschluss an frühere Erörterungen zu unterscheiden sind: streichende, querschlägige (schwebende) und spiesswinkelige Klüfte; die letzteren sind eigentlich in der Natur allein vorhanden, sie nähern sich aber vorwiegend entweder den streichenden oder querschlägigen. Hinsichtlich des Fallens hat man, wie dies auch schon bei den Gängen erörtert ist, zu unterscheiden rechtsinnig und widersinnig fallende Klüfte. Von dem praktischen Bergmann werden die Unterscheidungen gewöhnlich auf die Seitenverschiebung bezogen, indem er trennt: Sprung ins Hangende, Sprung ins Liegende, wobei, wenn genau bezeichnet werden soll, die Richtung der Auffahrung angegeben werden muss; diesen Doppelsinn vermeidet man beim Cornwaller Bergbau, indem man sagt Sprung nach rechts oder links.

In Fig, 13 ist AB die Lagerstätte, C die Kluft; kommt man von A, so hat man einen Sprung ins Liegende, von B einen Sprung ins Hangende, dagegen in beiden Fällen einen Sprung nach links. Bei Gängen hat man wohl noch Verschiebungen und Niederziehungen unterschieden.

Nach diesen allgemeinen Unterscheidungsmerkmalen sollen die verschiedenen Fälle kurze Erwähnung finden.

A. Sprünge.

I. Streichende Sprünge.

Die streichenden Sprünge kommen in der Natur nur angenähert vor, sie sind am besten in Querprofilen darstellbar. Die Schnittlinien liegen söhlig, der Sprungwinkel ist gleich Null, innerhalb des Verwerfers ist eine söhlige Ausrichtung der verworfenen Lagerstätte unmöglich.

a. Rechtsinnig fallend.

1. Der Verwerfer hat stärkeres Fallen, als die Lagerstätte, welcher Fall das eigentliche Niederziehen bei Gängen ausmacht; der liegende Theil der Lagerstätte geht zu Tage, es findet keinerlei Deckung statt, die kürzeste Entfernung ist die Sprunghöhe.

2. Der Verwerfer hat schwächeres Fallen. Hier finden beide Deckungen statt, die querschlägige Ausrichtung ist kürzer, als die Sprunghöhe. Dieser Fall ist nur bei Gängen beobachtet.

b. Widersinnig fallend.

Dieselben sind seltener, als die rechtsinnig fallenden; der tiefere Theil geht zu Tage, die Ausrichtung erfolgt querschlägig; niemals findet Deckung nach dem Loth statt, ob nach dem Perpendikel, ist abhängig von dem Winkel der Ebenen, bei denen der stumpfe der häufigere ist. Diese Sprünge werden von Einzelnen auch wohl Ueberschiebung genannt.

An die Betrachtung dieser Sprünge schliesst sich die der Zertrennung eines söhligen Flötzes an, wobei jeder Sprung als streichend erscheint; ebenso die eines seigeren Flötzes, wobei der Unterschied zwischen recht- und widersinnig aufhört und immer der Fall vorliegt, in welchem der Sprung ein geringeres Fallen hat, als die Lagerstätte.

II. Querschlägige Sprünge.

Die querschlägigen Sprünge kommen in der Natur ebenso wenig rein ausgeprägt vor, wie die streichenden. Steht das Flötz nicht seiger, so sind die Sprungwinkel spitz, es sind keine Deckungen vorhanden, die Winkel zwischen den Ebenen sind immer kleiner, als ein rechter; die horizontale Entfernung der Schnittlinien ist die kürzeste Ausrichtungslinie. Bei seigerer Stellung der verworfenen Lagerstätte würde keine Seitenverschiebung vorhanden sein, indess lässt sich bei Gängen aus der gegenseitigen Lage der verschiedenen Erzmittel dennoch das Vorhandensein einer Verwerfung erkennen.

III. Spiesseckige Sprünge.

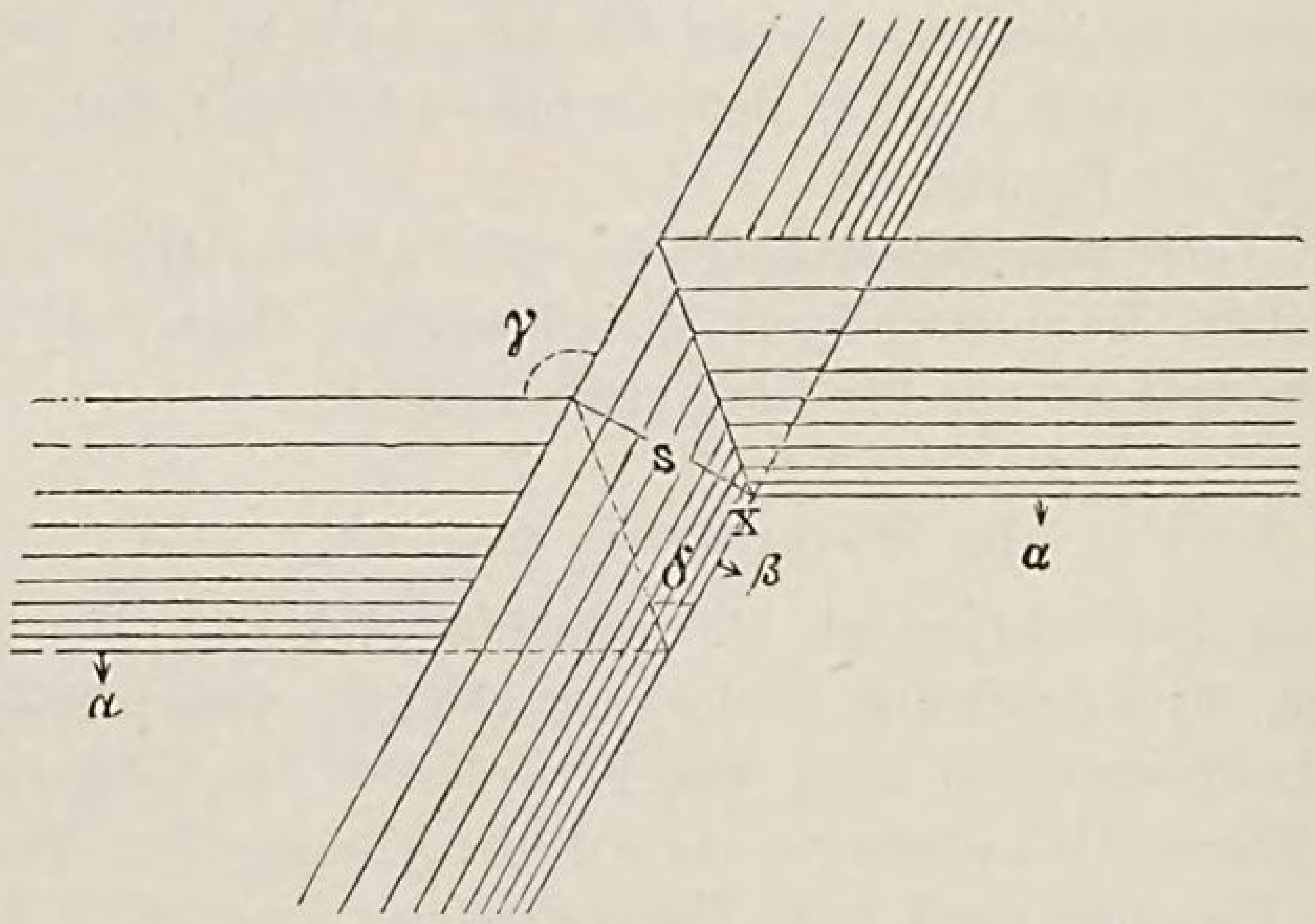
Die spiesseckigen Sprünge treten am häufigsten auf und nähern sich bald mehr den streichenden, bald den querschlägigen, letzteres ist aber, mindestens bei aufgerichteten Schichten, das Vorherrschende.

a. Rechtsinnig fallend.

1. Mit spitzem Sprungwinkel.

Die Eigenthümlichkeit des spitzen Sprungwinkels tritt im Allgemeinen ein, wenn der Verwerfer stärker fällt, als die Lagerstätte, wie bei Flötzen wohl immer der Fall sein wird. Diese Art von Sprüngen kommt daher am häufigsten vor. Es finden keine Deckungen statt; der Winkel der Streichlinie ist ein stumpfer. Die Grösse des Sprungwinkels ist wichtig für die

Fig. 14.



Länge der Steitenverschiebung. Diese ist im Allgemeinen (Fig. 14) x = s. cotg. δ, also bei constantem s um so grösser, je kleiner δ und im raschen Verhältniss, weil cotg. $\delta = \frac{\cos. \delta}{\sin. \delta}$; ist $\delta = 45^0$, so ist x = s. Da δ Funktion von α β γ ist, so wächst δ, wenn γ abnimmt, δ nimmt ab, wenn α oder β kleiner werden. Die gegenseitige Abhängigkeit lässt sich mit Hilfe der sphärischen Trigonometrie darstellen. Je streichender die Kluft, desto grösser ist x, dagegen je stärker das Fallen der Lagerstätte, desto kleiner x. Diese Momente sind ins Auge zu fassen bei Beurtheilung des Falles, wo die Lagerstätte in der Tiefe ein anderes Fallen annimmt. Wird die Neigung der verworfenen Lagerstätte grösser, so rücken die Schnittlinien näher zusammen, der Sprungwinkel wächst, wird endlich ein rechter und es entsteht

2. Durchkreuzung der Ebenen

ohne alle Seitenverschiebung; schärfer angedeutet, ist dieser Fall stets da vorhanden, wenn die Schnittlinie mit der Falllinie coincidirt, was durch die Beziehungen von α, β, γ bedingt wird.

3. Mit stumpfem Sprungwinkel.

Diese Erscheinung ist im Allgemeinen nur zu erwarten, wenn der Verwerfer schwächeres Fallen, als die Lagerstätte hat, daher nur bei Gängen. Dabei ist Deckung nach Loth und Perpendikel vorhanden und findet söhlige querschlägige Ausrichtung statt.

b. Widersinnig fallend.

Dieser Fall tritt seltener auf, als die rechtsinnig fallenden Sprünge. Der Sprungwinkel ist spitz, niemals ist Deckung nach dem Loth vorhanden; die Streichlinie der Lagerstätte bildet mit der Streichlinie der Kluft zwischen ihnen spitze Winkel; die Winkel der Flötztheile und Kluft sind entweder spitze, stumpfe oder rechte. Die querschlägige Ausrichtung ist kürzer, als die horizontale der Schnittlinien; die Entfernung ist um so grösser, je kleiner α, je kleiner β, je streichender die Kluft. Je querschlägiger die Kluft, in desto geringerer Ausdehnung findet das Doppeltliegen der Lagerstätte statt.

B. Wechsel.

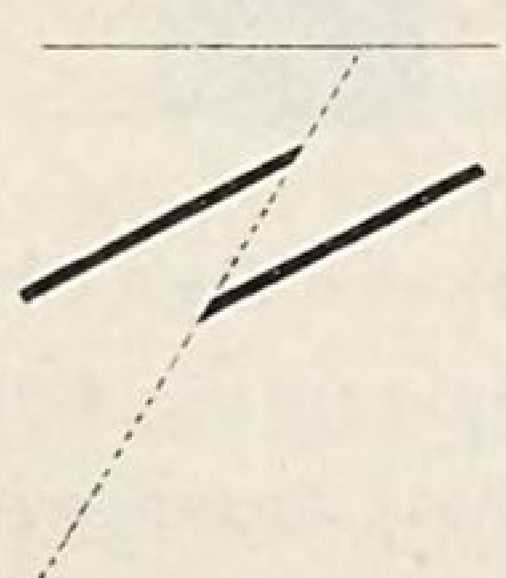
Die Wechsel bilden gewissermassen das Umgekehrte der Sprünge.

I. Streichende Wechsel.

a. Rechtsinnig fallend.

1. Die Kluft ist stärker geneigt, als die Lagerstätte: es ist Deckung

Fig. 15.



nach Loth und Perpendikel vorhanden, die Ausrichtung erfolgt querschlägig (Fig. 15);

2. die Kluft fällt schwächer, als die Lagerstätte, was sehr selten beob-

Fig. 16.

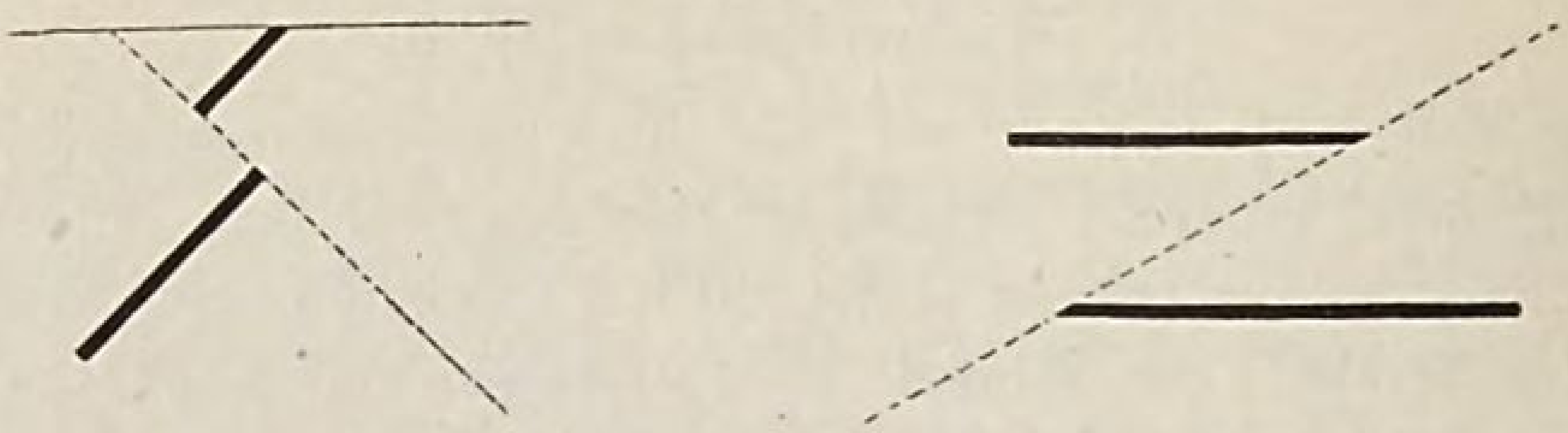


achtet wird und wohl nur bei Gängen: es ist keine Deckung vorhanden, auch keine söhlige Ausrichtung zu bewerkstelligen (Fig. 16).

b. Widersinnig fallend.

Hier ist Deckung nach dem Loth, je nach dem Winkel zwischen den Ebenen auch nach dem Perpendikel vorhanden; söhlige Verbindung ist nicht möglich; der Winkel zwischen Kluft und Flötz kann spitz, stumpf oder ein rechter sein (Fig. 17, 18).

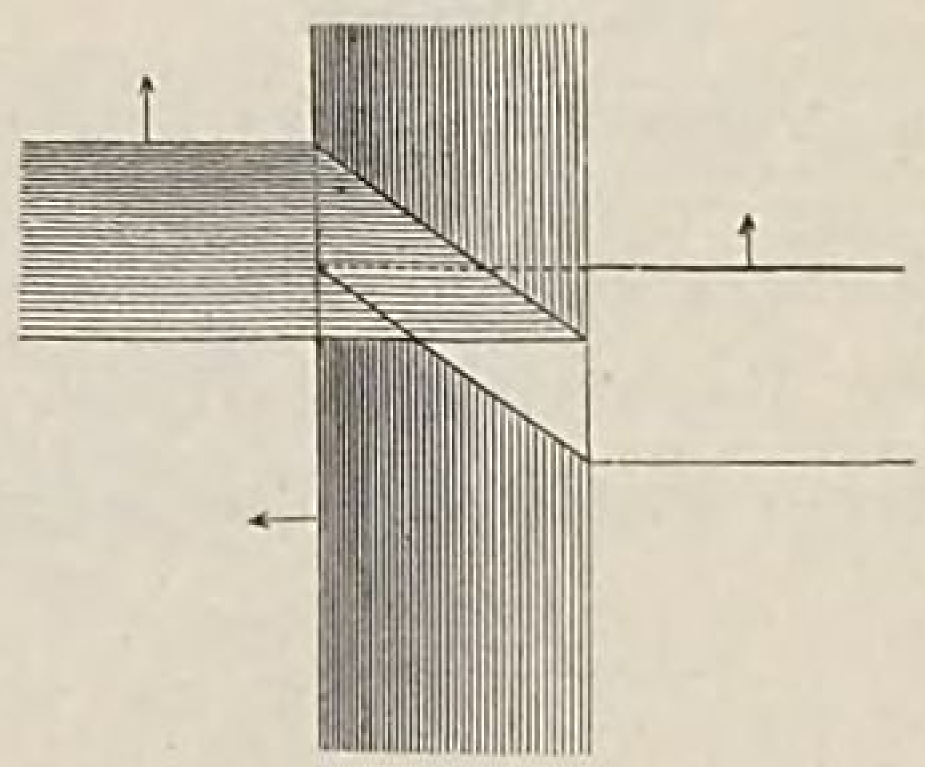
Fig. 17. 18.



II. Querschlägige Wechsel.

Die Sprungwinkel sind spitz, beide Deckungen sind vorhanden, die söhlige Entfernung der Schnittlinien ist die kürzeste söhlige. Bei seigerer Lagerstätte bewirken diese Wechsel keine Seitenverschiebung (Fig. 19).

Fig. 19.



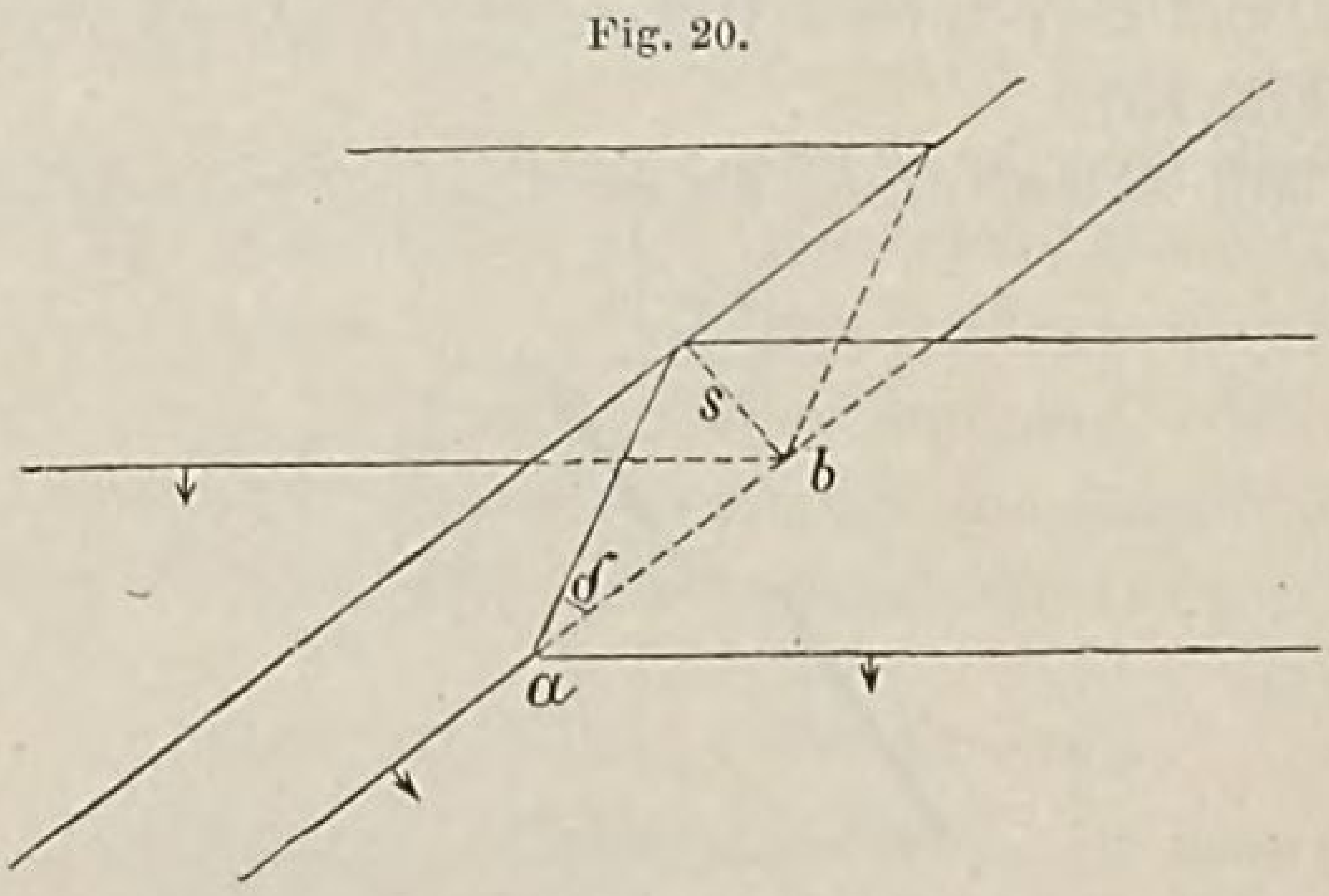
III. Spiesseckige Wechsel.

a. Rechtsinnig fallend.

1. Spitze Sprungwinkel.

Die herunterfallenden sind die am häufigsten auftretenden Wechsel,

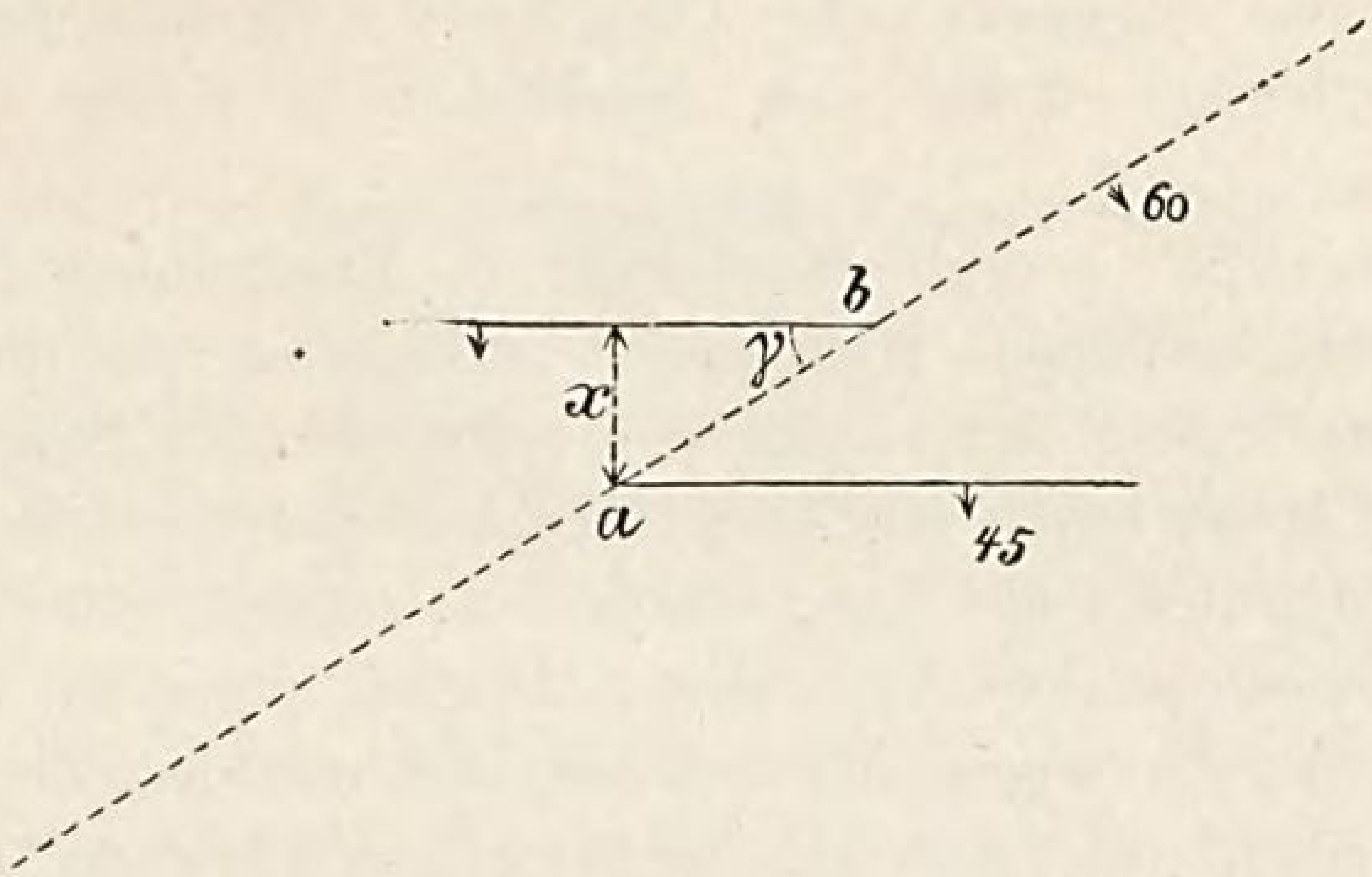
Fig. 20.



meistentheils sind sie der streichenden Richtung genähert. Es ist Deckung nach Loth und Perpendikel vorhanden, die querschlägige Ausrichtung ist

möglich. Die Kluft wird im allgemeinen stärker fallen, als die Lagerstätte; es finden dabei Auskeilungen, hakenförmige Biegungen statt. Die Länge der Seitenverschiebung Fig. 20, 21 ermittelt sich x = ab sin. γ, wobei ab

Fig. 21.



= s cotg. δ; demnach wird x kleiner, wenn die Kluft streichender und die Lagerstätte sich aufrichtet. — Eine Reihe kleiner, dicht auf einander folgender fast streichender Wechsel können ein Flötz doppelt und dreifach legen.

2. Kreuzung der Ebenen.

Dieser Fall unterscheidet sich in seiner Erscheinung nicht von dem analogen Fall beim Sprunge.

3. Stumpfe Sprungwinkel.

Dieselben haben viel Aehnlichkeit mit streichenden, rechtsinnig fallenden Wechseln, welche schwächer, als die Lagerstätte fallen, kommen aber in der Natur kaum vor.

b. Widersinnig fallend.

Diese Wechsel werden selten beobachtet; es ist Deckung nach dem Loth vorhanden, aber keine querschlägige Verbindung, die Sprungwinkel sind spitz.

C. Seigersprünge.

Die Kluft, welche streichend, querschlägig, spiesseckig auftreten kann, verhält sich bei ihrem seigeren Einfallen indifferent.

Bisher ist nur der Fall ins Auge gefasst worden, wo eine Lagerstätte verworfen wird; es ist indess nicht schwer, sich von der Erscheinung Rechenschaft zu geben, wenn mehrere plattenförmige Lagerstätten, seien es Gänge, seien es Lager und Flötze, von derselben Verwerfung betroffen werden. Da die Veränderung in der Lage der Gebirgsstücke das Wesentliche ist, so sind mancherlei Möglichkeiten vorhanden z. B. das Vor-

schieben einer anderen Lagerstätte vor die durch die Verwerfung abgeschnittene u. d. m., worauf bei der Ausrichtung der Lagerstätten von dem praktischen Bergmann besonderes Augenmerk zu richten ist. Eine gewisse Regelmässigkeit kann sich aber nur bei parallel über einander vorkommenden Lagerstätten, also vorzugsweise bei Lagern und Flötzen, weniger bei Gängen entwickeln, allenfalls findet sich dergleichen in einem und demselben Gangzuge.

Für Flötze ist es noch interessant, die Erscheinung bei gefalteter Architektur zu verfolgen. Hier sind es vorzugsweise die quer über Sattel- und Muldenlinien setzenden, weniger die streichenden Störungen, welche eine besondere Betrachtung verdienen; da solche querübersetzende Störungen sich wohl in der Regel als Verwerfungen im engeren Sinne ausbilden, so sollen auch nur diese erwähnt werden. Hierbei ist es am besten, die gerundete Form der Faltungen anzunehmen, also zunächst Zertrennung einer concaven Mulde durch einen querschlägigen Sprung. In diesem Falle wird die Muldenlinie nicht verschoben; in einer und derselben Horizontalen erscheinen die Flügel im Hangenden gleichsam nach aussen geschoben, die Muldenpunkte liegen um die Seigerhöhe des Sprunges aus einander. In der Muldenlinie hat man gewissermassen eine streichende Störung. Bei ganz allmäliger Abnahme des Fallwinkels der Flügel wachsen die söhligen Ausrichtungslängen von einem gewissen Betrage in oberer Höhe, der abhängig ist von dem daselbst grössten Fallen. Eine Ausrichtung vom liegenden Muldenpunkte aus kann zum Theil auf söhligem Wege, vollständig nur durch Niedergehen erreicht werden; dies ändert sich etwas beim hangenden Theil, wo aber das Unterfahren vermieden werden muss.

Setzt eine Kluft querschlägig durch einen Sattel, so entsteht Analoges in umgekehrter Weise, indem die Flügel im hangenden Gebirgsstück nach innen zusammengeschoben erscheinen.

Eine spiesseckige Kluft zeigt auf dem einen Flügel rechtsinniges, auf dem anderen widersinniges Fallen und zwar um so mehr, je weiter entfernt sie von der querschlägigen Richtung ist; Sattel- und Muldenlinien werden verschoben, deren Ebenen, wenn sie nicht seiger stehen, gleichfalls verworfen, im Uebrigen bleibt die scheinbare Verschiebung der Flügel, wie bei querschlägigen Klüften. Nur bei sehr steilem Fallen der Flügel und schwach geneigter Kluft könnte eine scheinbare Verschiebung nach einer Seite eintreten, insofern man einen rechtsinnig fallenden Sprung mit stumpfen Sprungwinkeln erhielte.

Im Allgemeinen bleibt noch als Einwirkung der Verwerfungen hervorzuheben, dass man in den Lagerstätten bei söhliger Wiederausrichtung derselben ein anderes Fallen, als das vorher beobachtete findet[105]), dass sich die Substanz der Lagerstätte vor und hinter der Kluft anders verhalten

[105]) Rittler: „Anleitung mächtige Kohlenflötze abzubauen." Brünn 1857. S. 11.

kann, auch wenn keine Faltungen vorliegen, dass in der ehemaligen Oberfläche der Gebirgsbildung sich Absätze bilden, die aber jetzt nicht mehr sichtbar sind, indem höchstens noch Thalbildungen auf dem Streichen grösserer Klüfte vorkommen[106]).

Regeln zur Ausrichtung der Verwerfungen[106a]).

A. Für Sprünge. Die alte Regel, welche sich indess nur auf horizontale Ausrichtung bezog, lautete, dass man nach dem stumpfen Winkel, welchen Kluft und Lagerstätte bilden, aufzufahren hat; dieselbe versagt aber bei spiesseckigen, widersinnigen Sprüngen. Umfassender ist die Regel: wenn die Kluft (der Verwerfer) dem Orte zufällt, so sucht man die abgeschnittene Lagerstätte im Hangenden, fällt sie ab, so sucht man im Liegenden. Dieselbe passt für den söhligen Weg sowohl im Streichen der Kluft, wie auch querschlägig, desgleichen auch für Aufbrechen und Abhauen. Dieselbe Regel wird auch ausgedrückt: wenn man sich mit dem Orte im hangenden Gebirgsstücke befindet, so geht man bei der Ausrichtung ins Hangende, umgekehrt ins Liegende, oder in Gangrevieren: befindet man sich im Hangenden, so richtet man über der Kreuzlinie aus, umgekehrt unter der Kreuzlinie. Diese Regeln versagen nur für den Fall eines rechtsinnigen Sprunges mit stumpfen Sprungwinkeln, wie er bei den Gängen vorkommt.

Ganz allgemein gilt die von Zimmermann aufgestellte, zu complicirte Regel: In dem Punkte, wo der Verwerfer angefahren ist, errichte man auf der Streichungslinie ein Loth nach dem Innern der Lagerstätte, bestimme die Kreuzlinie und verlängere sie nach dem entgegengesetzten Salbande, bemerke dabei, nach welcher Seite das Loth von der verlängerten Kreuzlinie abweicht, und fahre dorthin auf. Anders wird dies durch v. Carnall[107]) ausgedrückt: wenn der Sprungwinkel spitz ist, hat man bei zufallender Kluft in das Dach, bei abfallender in die Sohle, wenn der Winkel stumpf ist, nach entgegengesetzter Richtung aufzufahren. — von Groddeck[108]) stellt für Sprünge im engeren Sinne die Regel auf: befindet man sich beim ersten Anfahren der Kluft im Hangenden derselben, so hat man nach Durchbrechung der Kluft ins Hangende der verworfenen Lagerstätte aufzufahren; andrerseits hat man im Liegenden der verworfenen Lagerstätte zu suchen, wenn man sich beim ersten Anfahren der Kluft im Liegenden derselben befindet.

[106]) Ein Beispiel für solche Absätze, ausgefüllt mit lockeren Massen, bietet die Eschweiler Steinkohlenmulde, wo nach Osten die Sandgewand durchsetzt.

[106a]) R. Dannenberg: über Verwerfungen in Bericht über Bergschulen im Bezirke der Kgl. Bergwerksdirektion zu Saarbrücken. Cursus 1881 bis 1883.

[107]) v. Carnall: „Die Sprünge im Steinkohlengebirge" in Karsten Archiv neue Folge. Bd. 9. S. 175.

[108]) von Groddeck a. a. O. S. 23. 52.

B. Für Wechsel gelten die vorstehend angegebenen Regeln sämmtlich umgekehrt.

C. Bei Seigersprüngen hat man, wenn Motive zu anderen Verfahren nicht vorliegen und man sich auf irgend eine Weise sichere Ueberzeugung über den einzuschlagenden Weg verschaffen kann, zunächst den stumpfen Winkel zu wählen.

Ob man söhlig in der Kluft, querschlägig oder durch Auf-, beziehungsweise Abhauen ausrichtet, hängt von vielerlei Umständen und den Bedürfnissen des Grubenbaues ab, insbesondere davon, ob mehrere Flötze vorkommen, wo sich die Ausrichtung dann nicht gerade auf das eine zunächst verworfen gefundene Flötz richtet, so dass man stets im gegebenen Fall eine besondere Entscheidung zu treffen hat. Fährt man in der Kluft auf, so geben Salband und Besteg das Anhalten. Uebrigens zeigen die Lagerstätten, zumal Steinkohlenflötze, in der Nähe der Dislocationsspalte mannigfache Abweichungen vom normalen Verhalten: Verdrückungen, Taubwerden, Biegungen, Flötztheile und abgerissene Stücke in der Kluft, so dass hierdurch die Beurtheilung des einzelnen Falles erschwert wird.

Das Wichtigste bleibt aber die Untersuchung, ob ein Sprung oder ein Wechsel vorliegt. Hierbei kommen in der Natur folgende Momente zu Hilfe: Die Sprünge herrschen im Allgemeinen vor, insbesondere die querschlägiger Richtung angenäherten spiesseckigen; eine und dieselbe Localität hat meistentheils Uebereinstimmung in der Art der vorkommenden Störungen; die Wechsel tragen in vielen Fällen besondere Kennzeichen, indem sie, besonders im Flötzgebirge, sehr streichende Klüfte zeigen, beziehungsweise statt dessen nur eine allgemeine Auflockerung und Zerrüttung des Gebirges, indem sie ferner an manchen Localitäten im Steinkohlengebirge regelmässige Auskeilungen der Flötze und hakenförmige Umbiegungen veranlassen, die mitunter so weit gehen, dass kleine Sättel und Mulden entstehen. Durch diese Erscheinung verräth sich bei gefalteter Architektur ein Zusammenhang der Wechsel mit der Entstehung der Falten, der sich auch dadurch zu erkennen gibt, dass grössere Wechselstörungen gern in der Nähe der Sattel- und Muldenlinien auftreten, so im Westfälischen, wie Köhler an dem oben angegebenen Orte (S. 30) direkt nachzuweisen sucht, so im Steinkohlengebirge an der Worm. Solche Wechsel (Ueberschiebungen) sind in vielen Fällen älter, als die Quersprünge, denn sie werden durch diese verworfen, wie sich in den angegebenen Gebieten des Steinkohlengebirges beobachten lässt.

Fehlen besondere Kennzeichen, so muss man sich in zweifelhaften Fällen Ueberzeugung zu verschaffen suchen durch Untersuchung des Gebirges jenseits der Störungen, durch Schurfarbeiten bei ausbeissenden Lagerstätten, durch Versucharbeiten u. s. w.

Die gesammten Verwerfungserscheinungen werden in der Natur noch modificirt, complicirt und in ihrer Deutung verwickelt durch folgende Umstände:

1. Die Verwerfer und verwerfenden Klüfte sind keine Ebenen, obschon sie sich im Allgemeinen linear in Länge und Tiefe erstrecken, daher entstehen dann gekrümmte Schnittlinien, wodurch die Beobachtung erschwert wird. Steile Klüfte haben bisweilen local entgegengesetztes Fallen, z. B. wo im Steinkohlengebirge fester Sandstein oder Conglomerat durchsetzt werden, so dass ein Sprung dadurch zunächst als Wechsel erscheinen kann. Bisweilen erlaubt sogar die allgemeine Zerrüttung des Gebirges gar nicht, eine Kluft zu erkennen.
2. Verwerfungen setzen nicht bis ins Unbestimmte fort, sondern verlieren sich häufig nach Höhe oder Tiefe und im Fortstreichen, doch sind Auskeilungen selten zu beobachten. Besonders zeigen kleine Sprünge verschiedenen Verwurf und beschränken sich auf eine Lagerstätte, ohne darüber und darunter, beziehungsweise daneben befindliche zu treffen. Dies ist für sich schwer zu erklären, wird aber deutlicher, wenn man erwägt, dass in vielen Fällen noch eine gewisse Plasticität der Masse vorhanden gewesen sein muss, wofür auch die Faltungen sprechen, was von Koehler nicht für nothwendig erachtet wird. Dazu kommt
3. dass ebenso, wie selten ein Gang für sich allein auftritt, auch Störungen im geschichteten Gebirge gewöhnlich in einer Mehrzahl erscheinen, wobei Hauptsprünge, Nebensprünge, Scharungen u. s. w sich zeigen; man hat es daher in der Regel mit ganzen Bruchfeldern zu thun, ähnlich wie mit Gangfeldern. Freilich ist es dadurch sehr schwer, oft fast unmöglich, sich bei so weit gehender Zerstückelung eine Totalanschauung zu bilden. Immer aber wird man die aus Beobachtung der Natur geschöpfte Theorie zum Führer nehmen können und bei genauer Beobachtung werden nur wenig Fälle übrig bleiben, die sich nicht lösen lassen, wie z. B. die durch Ablenken der Gangspalten entstandenen scheinbaren Verwerfungen[108a]). —

Störungen durch eruptive Massen werden gebildet, indem dieselben bald in unregelmässigen Massen eindringen, wie Porphyr im Steinkohlengebirge von Waldenburg, Melaphyr in dem von Wettin, Diorit in dem von Commentry (Depart. de l'Allier), Basalte in Hessen, bald in Form von Gängen, wie die dykes im englischen Steinkohlengebirge, in welchem Falle mehr oder weniger Verwerfungserscheinungen damit verknüpft sind; oft machen sich die eruptiven Massen nur durch Veränderung der Substanz bemerkbar, der Steinkohle, der Braunkohle, des Eisensteins. Für Veränderung des Eisensteins und nochmaliges Aufreissen der Gangspalte findet sich ein schönes Beispiel auf der Grube Alte Birke in der eisernen Hardt im Siegener Lande[109]).

[108a]) Tunner: Notizen zur Wiederausrichtung verlorener Lagerstätten in berg- u. hüttenm. Jahrb. der k. k. Montan-Lehranstalt zu Leoben v. Tunner. Wien 1851. Bd. I. S. 212.

[109]) Hundt in Verhandl. des naturhistorischen Vereins der preuss. Rheinlande u. Westfalens. Jahrg. 19. Bonn 1862. Correspondenzblatt S. 59.

Vorkommen der nutzbaren Mineralien.

Gold tritt auf in Gängen, Lagern, Klüften, Nestern, eingesprengt in ganzen Gebirgsmassen, bauwürdig indess meist nur in Seifen, vorzugsweise im älteren Gebirge und dessen eruptiven Massen, gewöhnlich gediegen, auch mit Schwefel vererzt und als Begleiter von Silber, Kupfer, Eisen.

Platin erscheint in derselben Weise, oft mit Gold zusammen, gewinnungswürdig nur in Seifen.

Silber findet sich im ältesten und älteren Gebirgen auf Gängen, Lagern, Klüften, Nestern, Stöcken, selbst Stockwerken; im permischen Gebirge, im Bundsandstein, im Keuper auf lager-, flötz-, stockartigen Gebilden, jedoch nicht mehr als selbstständiges Erz. Selten findet man es gediegen, auch nicht überwiegend in eigenen Erzen, vielmehr an andere Metalle und Erze gebunden, am häufigsten in Blei- und Kupfererzen.

Kupfer: Im Ur- und Uebergangsgebirge, in granit-, porphyrartigen und ähnlichen Gesteinen auf Gängen, Lagern, Stöcken, Stockwerken; im Flötzgebirge auf Flötzen und Gängen, namentlich in der permischen Formation, wie im Mansfeldischen, bei Riechelsdorf in Hessen, auch als imprägnirter Bestandtheil der Gebirgsmasse im Bundsandstein, wie bei Saarlouis und St. Avold, selten gediegen, so am oberen See.

Blei bildet Lagerstätten der verschiedensten Art in den ältesten Gebirgsgliedern bis zu den jüngsten secundären Gebilden, in den meisten Fällen als Bleiglanz, grösstentheils silberhaltig; wichtig das Vorkommen bei Tarnowitz in Oberschlesien, sowie bei Commern in der Eifel (Knottenerze).

Zinn steht nur in den ältesten Gebirgen an, im Granit, Gneis, selten im Glimmerschiefer, findet sich meist in Seifen.

Quecksilber ist nicht häufig, findet sich in der Grauwacke, im Thonschiefer, im Steinkohlengebirge, im Jura, in der Kreide auf Gängen und Lagern, fraglich, jedenfalls sehr vereinzelt im Tertiärgebirge. Von Interesse ist das Quecksilbervorkommen auf der Grube Neu-Rhonard bei Olpe.

Zink: in Lagern, Stöcken, Nestern, Gängen im devonischen Kalk, im Kohlenkalk, Muschel- und Jurakalk, sowie in der Kreide, vielleicht in noch jüngeren Gliedern, wie bei bergisch Gladbach; wichtig ist das Auftreten von Galmei im Muschelkalk bei Tarnowitz und Beuthen, zwischen Lenneschiefer und Kalk bei Iserlohn, zwischen Kalk und Kohlenschiefer bei Stolberg.

Antimon wird beobachtet auf Gängen und Lagern, im Ur- und Uebergangsgebirge.

Wismuth findet sich nicht häufig gewinnungswürdig, auf Gängen in Gneis und Thonschiefer, meistentheils gediegen.

Arsen: meist auf Gängen und Lagern im älteren Gebirge, gewöhnlich mit anderen Metallen verbunden, zuweilen gediegen als Scherbenkobalt.

Nickel: nicht sehr häufig, auf Gängen und Lagern im älteren Gebirge.

Kobalt: bildet Gänge und Lager im Ur- und Uebergangsgebirge, Gänge und Flötze im permischen System.

Eisen: in allen Gebirgsgliedern, von den ältesten bis zu den jüngsten, sowie in allen Arten der Lagerstättenformen; auf Gängen, Lagern, Stöcken im Granit, Grünstein, Hornblendegesteinen, in den krystallinischen Schiefergebirgen, in der Grauwacke als Roth- und Brauneisenerz, Eisenglanz, Eisenglimmer; auf Stöcken und Lagern, auch eingesprengt, im Gneis und Hornblendegestein als Magneteisenstein; auf Lagern, Stöcken und Gängen im Uebergangsthonschiefer und in der Grauwacke als Spatheisenstein, Thoneisenstein, Sphärosiderit, thoniger Sphärosiderit (nierenförmig); auf Flötzen und in Nieren im Steinkohlengebirge als Kohleneisenstein (blackband); auf Gängen und Flötzen in dem permischen System als Roth-, Braun-, Spath-, Thoneisenstein; auf Lagern als Brauneisenstein im Muschelkalk; in nieren- und linsenförmiger Gestalt als Thoneisenstein und Bohnerz im Lias, Jura und im Tertiärgebirge, in letzterem auch als Höhlen- und Trichterausfüllung; als oolithischer Eisenstein (Minette), kalk- und phosphorhaltig im Jura; als Raseneisenerz, neuerer und neuester Bildung, im Diluvium.

Mangan: auf Gängen, seltener in Lagern, Stöcken, Butzen im krystallinischen Schiefergebirge und in der Grauwacke, meistens als Graubraunsteinerz und Hartmanganerz; sehr viele Eisensteine sind mehr oder weniger manganhaltig.

Graphit: auf Gängen, Lagern, Nestern im krystallinischen Schiefergebirge, selten bauwürdig.

Anthracit: im Granit, in älteren Porphyren, in der Grauwacke auf Lagern, Stöcken, in Nestern, auch mit Steinkohlen auf denselben Flötzen.

Steinkohle: immer auf Flötzen in der nach ihr benannten Steinkohlenformation, vereinzelt im Rothliegenden, im Keuper als sog. Lettenkohle, im Lias, im braunen Jura, in der Wealdformation, in der Kreide. Man unterscheidet die Steinkohle nach ihrem Bitumengehalt als fette und magere und bezeichnet sie nach den Oertlichkeiten verschieden, hauptsächlich als Gas-, Back (Koks), Sinter- (Ess-) und Sandkohle.

Braunkohle: im unteren Tertiärgebirge auf Flötzen und Lagern, wird nach der Structur unterschieden in muschelige Braunkohle, Blätterkohle, Papierkohle, erdige Braunkohle, Moorkohle.

Steinsalz: in fast allen geschichteten Formationen bekannt, kommt in Quellen in der Grauwacke und im Steinkohlengebirge vor, anstehend in der permischen Formation, im Buntsandstein, im Muschelkalk, im Keuper und im Lias, in Quellen im Kreidegebirge; anstehend im Miocän Toscanas[110]); es tritt auf in Lagern, Stöcken, Nestern, in dünnen Schichten oder imprägnirt im Salzthon, in Ausblühungen und als Niederschlag in Salzseen auf der Oberfläche.

[110]) von Rath in Zeitschr. der deutsch. geolog. Ges. Bd. 17. S. 298.

Schwefel: gediegen in vulkanischen Gebirgen, auch in Gang- und Spaltenbildungen älterer Gebirgsformationen, im Thon und Mergel jüngerer Gebirgsglieder, im Steinsalz und Gips, sowie in der Braunkohle, selten tritt er bauwürdig auf, die bei Pschow in Oberschlesien durch Bohrlöcher aufgeschlossene Lagerstätte von gediegenem Schwefel, welcher in tertiären, 3 bis 7 m mächtigen Kalkstein und Kalkmergel eingesprengt ist, beabsichtigt man bergmännisch zu gewinnen; ausserdem erscheint er an andere Stoffe, namentlich an Erze gebunden, wo er besonders als Schwefeleisen den Gegenstand lohnender Gewinnung abgiebt und zur Schwefelsäuredarstellung verwendet wird.

ZWEITER ABSCHNITT.

Aufsuchen der Lagerstätten. Schürf- und Bohrarbeiten[1]).

Die Aufsuchung nutzbarer Mineralien in ganz unbekannten Gegenden muss sich auf geognostische Untersuchungen stützen, welche daher weiteren Ermittelungen immer vorauszugehen haben. Bei diesen leitet zunächst die Beobachtung der Oberflächenformen, indem verschiedene Gebirgsformationen an ganz bestimmte Bildungen der Oberfläche gebunden sind, aus ihnen also ein Rückschluss auf das Vorhandensein von Gebirgsgliedern und den an diese geknüpften nutzbaren Mineralien gemacht werden kann. Findet man bei der weiteren Untersuchung Bruchstücke von Gebirgsarten oder gar von Gängen und Lagern und deren gewöhnlichen Begleitern, so ist man darauf hingeführt, in näherer oder grösserer Ferne das anstehende Gebirge u. s. w. aufzusuchen, von dem jene Bruchstücke entnommen sein können; unmittelbarer wird man aber durch natürliche und künstliche Entblössungen geleitet, da man in Flussbetten, in Thälern, in Gebirgseinsenkungen, in Hohlwegen, Steinbrüchen, bei Brunnen- und Tunnelanlagen u. dgl. m. häufig in die Lage kommt, anstehende Lagerstätten zu entdecken. Am sichersten gewinnt man einen Anhalt, wenn man auf solche Weise oder durch andere Mittel das Ausgehende der Lagerstätten auffindet. Hierzu führen verschiedene nähere Anzeichen, durch welche man zu weiterer Untersuchung veranlasst werden kann. Der Schweif (Blume) ist die Färbung der über dem Ausgehenden liegenden Dammerde durch Bestandtheile der Lagerstätte; die Färbung ist roth von Eisenerzen (auch wohl von Zinnober), grün — obwohl selten zu beobachten — von Kupfererzen, schwarz oder grau von Steinkohlen, braun von Braunkohlen u. s. w. Das Ausblühen oder Auswittern, welches sich als ein zusammenhängender oder fleckenartiger Ueberzug der Oberfläche bemerkbar macht, lässt auf das Vorhandensein darunter befindlicher Lagerstätten

[1]) Gaetzschmann: Die Aufsuchung und Untersuchung von Lagerstätten nutzbarer Mineralien. 2. Aufl. Leipzig 1866.

schliessen, die in der Nähe der Oberfläche chemischer Zersetzung ausgesetzt sind. Ausfliessende Quellen geben durch ihren Gehalt an mineralischen Stoffen einen Fingerzeig zur Aufsuchung der diese Stoffe abgebenden Lagerstätten, wenn auch nicht immer aus dem Dasein der Quellen das Vorhandensein einer Lagerstätte behauptet werden kann; namentlich leiten die Soolquellen zur Aufsuchung der Salzlager. Andererseits kann aber auch der Mangel an Quellen, die Trockenheit des Bodens die Anwesenheit von Erzablagerungen, wie Raseneisenstein, vermuthen lassen. Pflanzen können gleichfalls Führer beim Aufsuchen von nutzbaren Mineralien sein; so namentlich die Salzpflanzen für die Salzquellen und Salzlager, auch das Galmeiveilchen (viola calaminaria) für Galmeilager.

Professor Thalén hat in den Verhandlungen der schwedischen Akademie der Wissenschaften ein Verfahren veröffentlicht, um die Lage attractorischer Eisenerze durch den Magneten zu bestimmen[2]). Es beruht darauf, dass man an sehr vielen Punkten eines Feldes die Resultante zwischen den Horizontalcomponenten des Erdmagnetismus und der störenden Kraft des Erzlagers misst; mit Hilfe dieser Bestimmungen werden isodynamische Curven verzeichnet, aus deren Form und Beschaffenheit man auf das Erzvorkommen schliesst. Das Instrument, Magnometer genannt, besteht aus einem gewöhnlichen, in ganze Grade getheilten Stativcompass; von dessen Dose läuft ein horizontaler Arm aus, auf welchen der zur Bestimmung erforderliche fixe Magnet so gelegt werden kann, dass sein Abstand von der beweglichen Nadel stets unverändert bleibt. Ausserdem besitzt das Instrument einen Nivellirapparat und ein Diopter mit Einstellschraube, welches auf den Arm befestigt werden kann. Bei der Beobachtung wird nach Entfernung des fixen Magneten der Compass auf Null eingestellt: nachdem der Magnet wieder an seine Stelle gebracht ist, wird der Deviationswinkel abgelesen. Zur genauen Feststellung müssen sehr viele solcher Beobachtungen gemacht werden, weshalb man das Feld in Quadrate von 30 Meter Seitenlänge eintheilt und in jeder Ecke derselben Intensitätsbeobachtungen anstellt. Nachdem die Beobachtungen verzeichnet sind, verbindet man die Punkte mit gleichen Deviationswinkeln, wodurch in der Regel geschlossene Curven sich bilden. Diese gruppiren sich um zwei besondere Punkte, von denen der nördlich vom Erz gelegene durch einen Winkel angegeben wird, der grösser als irgend ein anderer (Maximalwinkel), während der südlich belegene von einem Winkel bezeichnet wird, der kleiner als irgend ein anderer (Minimalwinkel); jener Punkt entspricht der kleinsten, dieser der grössten Intensität. Unter der Ver-

[2]) Berg- und hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1875. S. 160. Jhrg. 1879 S. 231. — Dingler polyt. Journal. Bd. 216. S. 459; Bd. 217. S. 464. — Allgem. polytechn. Zeitung von Dr. Herm. Grothe. Berlin 1875. S. 529. — Berggeist. Köln 1876. S. 89. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1879. S. 367.

bindungslinie beider Punkte, von Thalén magnetischer Meridian des Erzfeldes genannt, ist im Allgemeinen der bedeutendste Theil des Erzvorkommens zu suchen. Ausser den isodynamischen Linien findet sich noch eine nicht geschlossene Linie (neutrale genannt), welche von den Punkten gebildet wird, wo die magnetische Influenz des Minerals Null ist. Der Durchschnitt der neutralen Linie mit dem magnetischen Meridian bezeichnet den Punkt, an welchem vorzugsweise das Lager in Angriff zu nehmen ist. — In Nordamerika, namentlich im Staate New Jersey, hat man die Magnetnadel zur Aufsuchung von Eisenerzlagern schon früher in ausgedehnter Weise benutzt[3]).

Ausser diesen mehr oder weniger sicheren Führern hat man sich in älteren Zeiten durch vielfache in den Bereich des Aberglaubens gehörende Anzeichen leiten lassen. Dahin gehören: Nebel und Dünste, welche sich, hauptsächlich an Sommerabenden, über dem Ausgehenden von Gängen zeigen sollen; Streifen auf Gras- und Saatfeldern, auf denen am Morgen kein Thau liegen bleibt oder der Schnee schnell wegschmilzt; Bergfeuer oder Witterungen, Lichterscheinungen, die über dem Ausgehenden von Gängen wahrgenommen sein sollen; schliesslich die Wünschelruthe, über deren Gebrauch eine ganze Literatur vorhanden ist. Alle diese Hilfsmittel zur Aufsuchung von Lagerstätten nutzbarer Mineralien entbehren der wissenschaftlichen Unterlage; haben sie zu einem günstigen Erfolge Veranlassung gegeben, so ist die Entdeckung wohl immer eine zufällige zu nennen, wie sie auch heute noch in sehr vielen Fällen stattfindet.

Kann man durch die oben angeführten Anzeichen oder durch geognostische Schlüsse das Vorhandensein von Lagerstätten vermuthen, so wird man in vielen Fällen sich durch Blosslegen derselben von ihrer Beschaffenheit und ihrer Ausdehnung Ueberzeugung zu verschaffen haben. Dies erfolgt durch Schürfarbeiten oder durch Bohrversuche.

A. Schürfarbeiten.

Die eigentlichen Schürfarbeiten[4]) beschränken sich auf das Aufschliessen des Ausgehenden oder dessen Aufsuchen in geringer Tiefe unter Tage; sie lassen sich regel- und planmässig fast nur bei Lagerstätten mit linearer Erstreckung ausführen, wobei man für Flötze den Vortheil gleicher Lagerung mit den Gebirgsschichten hat; sie verlangen übrigens nicht zu schwache Fallwinkel der Lagerstätte. Die einzelnen Arten der Schürfarbeiten sind:

1. Schurfgraben oder Rösche. Der Graben wird entweder nach erfolgter Auffindung des Ausgehenden einer Lagerstätte zur weiteren Auf-

[3]) The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 22. p. 250. — Revue universelle. 2. serie. t. 12. p. 371.

[4]) Leo Strippelmann: Die Tiefbohrtechnik. Halle 1877. S. 4. Zweite Auflage. Leipzig 1881. S. 4.

schliessung derselben in der Richtung des Streichens, oder aber zur Aufsuchung der Lagerstätte oder noch anderer vermutheter querschlägig gegen das muthmassliche Streichen geführt. Es darf nicht unter 1 Meter Breite erhalten, wenn ein genügender Aufschluss erzielt werden soll, die Seiten müssen bei starker Mächtigkeit des Deckgebirges genügend abgeböscht werden, wobei der ausgeworfene Boden stets zur Zufüllung des bereits ausgehobenen Grabens rückwärts benutzt wird. Das Verfahren ist zu theuer bei gutem Boden, unausführbar, wenn derselbe zu viele Wasser mit sich führt.

2. Einzelne Schürfe und Schurfschächte. Sie erhalten gewöhnlich einen rechtwinkeligen Grundriss, wobei die Seiten nicht unter 1,308 und 0,785 Meter gewählt werden. Die Stellung der Schürfe richtet sich danach, ob man das Ausgehende im Streichen oder ob man querschlägig gegen das muthmassliche Streichen die vermutheten Lagerstätten verfolgt; die Entfernung der Schürfe ist abhängig von der Mächtigkeit und dem Fallwinkel der Lagerstätte, sowie von dem Profil der Oberfläche; das Ausgehende plattenförmiger Lagerstätten weicht bei flachem Fallen, starkem Ansteigen der Oberfläche von der graden Richtung ab; dann bringt man die Schurfschächte in einer Entfernung von 50 bis 100 Meter an. — Duckel oder Reifenschächte, nicht tiefe Schächte in runder Form, dienen, wenn man durch sie Aufschlüsse erreicht, oft gleich zur Gewinnung.

3. Schurf- oder Versuchstolln. Dieselben werden seltener und nur dann angewendet, wenn die gut cultivirte Oberfläche, grosse Niveauverschiedenheiten derselben, steile Schichtenstellung, das Auftreten vieler Wasser die Benutzung der vorbezeichneten Mittel nicht angemessen erscheinen lassen. Sie haben den Vortheil, dass sie die Lagerstätte in frischem Anbruch zeigen, sie unterscheiden sich nur durch den vorübergehenden Zweck von grösseren Grubenstolln.

B. Bohrarbeiten[5]).

Die vorbehandelten Schürfarbeiten sind nur dann möglich, wenn ein Ausgehendes vorhanden, wenn keine jüngeren Formationen aufliegen, und halten sich überhaupt auf oder nahe unter der Oberfläche. Richtig ausgeführt geben sie Aufschluss über Streichen, Fallen, Mächtigkeit, Verhalten der Substanz der Lagerstätte, sowie über das Nebengestein, kurz über alle für den Bergbau wesentliche Momente.

[5]) Beer: Erdbohrkunde. Prag 1858. — M. M. Dégoussée et Ch. Laurent: Guide du Sondeur ou traité théorique et pratique des Sondages. 2. édition. Paris 1861. — Müldner: Versuch einer systematischen Darstellung der Erdbohrkunde in Zeitschr. des berg- u. hüttenmänn. Vereins für Steiermark und Kärnthen.

Bohrarbeiten dagegen dringen in grosse Tiefen ein, über 600 Meter Tiefe ist jetzt nichts Seltenes mehr, das von den Gebrüdern Zsigmondy im Pester Stadtwäldchen zur Erschliessung einer Therme mit Erfolg niedergebrachte Bohrloch hat eine Tiefe von 951 Meter[6]; ein Bohrloch im Steinkohlengebirge bei Domnitz in der preussischen Provinz Sachsen erreichte die Tiefe von 1001 Meter; bei dem Steinsalzbohrloch zu Sperenberg gelangte man bis zur Tiefe von 1270 Meter; sie sind ganz unentbehrlich bei Bedeckung der Lagerstätte durch jüngere Formationen, überhaupt zu Aufschlüssen in der Tiefe, sie geben aber kein genaues Anhalten über Streichen, Fallen und Mächtigkeit der Lagerstätte und lassen auch auf die Substanz nur Schlüsse zu, weil lediglich Bruchstücke zu Tage kommen; indess hat man in neuerer Zeit durch das Kernbohren einem Theil dieser Mängel abgeholfen.

Zuerst in Europa scheint die Bohrtechnik in den nördlichen Provinzen Italiens und Frankreichs zur Anwendung gelangt zu sein und zwar wird von Héricart de Thury dem Franzosen Bernhard de Palissey aus Agen die Erfindung im Anfang des 16. Jahrhunderts zugeschrieben. Ob den Chinesen das Recht der Erfindung zuzuerkennen ist, bleibt unentschieden[7].

In der einfachsten Form sind die Bohrarbeiten ein Hilfsmittel zur Orientirung für spätere Schürfarbeiten; auch dienen sie in dieser Gestalt zur Auffindung von oberflächlichen Lagerstätten, wie Raseneisenstein und Torf. Grossartig dagegen entwickelt sind sie in den ausgedehnten Tiefbohrungen der Neuzeit, deren Zweck ist die Aufsuchung von Steinkohlen (weniger von Braunkohlen, welche flacher lagern und minder werthvoll sind), Steinsalz, Soolquellen und anderen Mineralquellen, sowie die Herstellung artesischer Brunnen; wesentlich gefördert sind diese Arbeiten durch Einführung des Kernbohrens mittelst Diamantbohrer. Bohrarbeiten kommen ferner beim eigentlichen Bergbaubetriebe vor, wie beim Abbohren der Wasser in Schächten, beim Abzapfen alter Gesenke (Vorbohren), in kleinem Massstabe zur Herstellung des Wetterzuges. Modificirt, dem Zwecke entsprechend ist, an Stelle des Abteufens, das Abbohren von Schächten, wobei freilich die spätere oder gleichzeitige Auskleidung der Bohrschachtwände von hervorragender Wichtigkeit ist.

Klagenfurt 1877. S. 164. — André, a practical treatise of coal mining. London 1875. Vol. I. p. 89. — Leo Strippelmann: Die Tiefbohrtechnik. Halle 1877. Zweite Auflage. Leipzig 1881. — Fauck: Anleitung zum Gebrauche des Erdbohrers. Leipzig 1877. — Tecklenburg: Uebersicht über die neueren Tiefbohrsysteme in berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1881. S. 385. — Derselbe: chronolog. Uebersicht einer Anzahl Tiefbohrungen. Ebenda 1882. S. 9. — Ueber die neuesten deutschen Einrichtungen für Tiefbohrungen im Berggeist. Köln 1881. S. 201. — Wolf über Tiefbohrungen in Zeitschr. des Vereins deutsch. Ingen. Bd. 26. S. 681.

[6]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1878. S. 88.

[7]) Strippelmann a. a. O. S. 9.

Hier sollen zunächst die Bohrarbeiten zur Aufsuchung von Lagerstätten betrachtet werden, also die Herstellung von Bohrlöchern von der Oberfläche aus in verticaler Richtung abwärts. Von einem Bohrschachte unterscheidet sich das Bohrloch nur durch geringere Dimensionen, eine scharfe Gränze zwischen beiden lässt sich daher nicht ziehen, man wird aber unter Bohrlöcher alle diejenigen Ausführungen verstehen können, wobei die arbeitenden Theile der Bohrinstrumente nicht aus mehreren Stücken zusammengesetzt sind, was nur bei einem Durchmesser von 52 bis 68 Centimeter noch zu ermöglichen ist.

Man kann zwei Hauptabtheilungen des Bohrens hinsichtlich der Art unterscheiden, wie die am Tage wirkende Kraft auf das in der Tiefe befindliche Bohrinstrument übertragen wird: mittelst eines Gestänges, d. h. einer Verbindung von steifen Stangen, die sogen. europäische Methode, oder mittelst eines Seiles, die sogen. chinesische Methode, doch sind beide Methoden gewissermassen zu combiniren.

Anderweitig hat man zu unterscheiden, wie die Instrumente das Gestein angreifen, nämlich das drehende oder stossende Bohren. Das Seilbohren ist immer stossend, das Gestängebohren stossend und drehend; im Uebrigen hängt das Stossen oder Drehen von der Beschaffenheit des Gesteins ab: ganz lockere und sehr weiche Massen, wie Sand und Thon, erfordern das drehende Bohren, milde Gesteine, wie Schieferthon, Mergel, gestatten beide Arten von Manipulationen, bei festen und sehr festen Gesteinen ist nur die stossende anwendbar.

Gestängebohren.

Bei stossendem Bohren bildete man in früherer Zeit das ganze Gestänge aus fest verbundenen Stangen, ein Verfahren, welches noch jetzt theils für geringe Tiefen, theils unter besonderen Verhältnissen angewendet wird, es ist dies das Bohren mit steifem Gestänge, welches übrigens beim Drehen allein möglich ist. Später ging man über zum Einfügen verschiebbarer Zwischenstücke, wodurch sich das Gestänge in zwei Abtheilungen: Ober- und Untergestänge sonderte, wodurch man bezweckte, die auf das Untergestänge wirkenden Schläge nicht auf den oberen Theil des Gestänges übertragen zu lassen und in demselben Brüche zu vermeiden; ausserdem erlangte man dadurch die Möglichkeit, dem Untergestänge für sich ein grösseres Gewicht zu geben und dadurch den Schlag auf die Bohrlochsohle wirksamer zu machen. Endlich wandte man statt eines nur verschiebbaren Zwischengliedes die sogen. Freifall- oder Abfallapparate an, durch welche der vorstehend bezeichnete Zweck nun vollständiger erfüllt wurde.

Hiernach sind also bei stossender Manipulation und bei Tiefbohrungen am Erd- oder Bergbohrer zu unterscheiden:

1. Bohrstücke, wohin auch Löffel, Büchsen u. s. w. anhangsweise zu stellen sind,
2. Schaft- oder Mittelstücke und zwar:
 a. Ober-, b. Untergestänge, c. Zwischenstücke,
3. Kopfstücke zur Verbindung des Gestänges mit der Bohrmaschine oder der bohrenden Kraft,
4. Bohrmaschine,
5. Hilfsmaschinen zum Ausziehen und Einlassen der arbeitenden Theile, auch zum Löffeln,
6. Hilfsstücke und sonstige Apparate für besondere Fälle,
7. Anlagen über Tage.

Bei drehender Manipulation, die in ihrer gewöhnlichen Gestalt nie für grosse Tiefen angewendet wird, fällt der Unterschied zwischen Ober- und Untergestänge fort, Zwischenstücke fehlen ganz.

Auf das Detail der Einrichtungen und Constructionen sind von grossem Einfluss: die muthmassliche Tiefe und der Durchmesser; letzterer ist wieder zum Theil durch erstere bedingt, indem man tiefe Bohrlöcher gern mit weitem Durchmesser beginnt, um bei etwaigen Verröhrungen nicht behindert zu sein und die Möglichkeit zum Kernbohren in grossen Tiefen offen zu erhalten. Früher brachte man nur sehr enge Bohrlöcher nieder, deren Nachtheile klar sind, man suchte sich dann durch nachträgliche Erweiterungen zu helfen, die aber nur selten zum Ziele führten. Jetzt setzt man grosse Bohrungen nicht leicht unter 262 bis 314 Millimeter Durchmesser an, gern aber noch weiter und wohl 471 bis 523 und mehr Millimeter. Bei 628 Millimeter Durchmesser liegt ziemlich die Gränze, wo man bei stossender Manipulation noch ohne zusammengesetze Bohrinstrumente ausreichen kann, während die drehende Manipulation grössere Durchmesser gestattet. Die kleinsten bei Schürfbohrlöchern angewendeten Durchmesser möchten jetzt nicht unter 80 bis 90 Millimeter sein.

I. Bohrstücke.

a. Beim drehenden Bohren[8]).

1. Ventilbohrer: ein hoher, aus Eisenblech zusammengenieteter Cylinder, der oben mit einer in eine Schraube endigenden Gabel zur Verbindung mit dem Gestänge, unten mit einer Schneide, im Innern mit einer Klappe versehen ist; nach seiner Construction kann er nur in schlammigen Massen oder losem Sande angewendet werden. Beim Senken treten diese Massen über das Ventil und füllen beim wiederholten Heben und Senken den ganzen Cylinder aus, der dann zu seiner Entleerung zu Tage geschafft

[8]) Vergl. Ottiliae: Vorkommen, Aufsuchung und Gewinnung der Braunkohlen in der preuss. Provinz Sachsen. Zeitschr. für Berg-, Hütten- und Salinenwesen. Bd. 7 B. S. 224 ff.

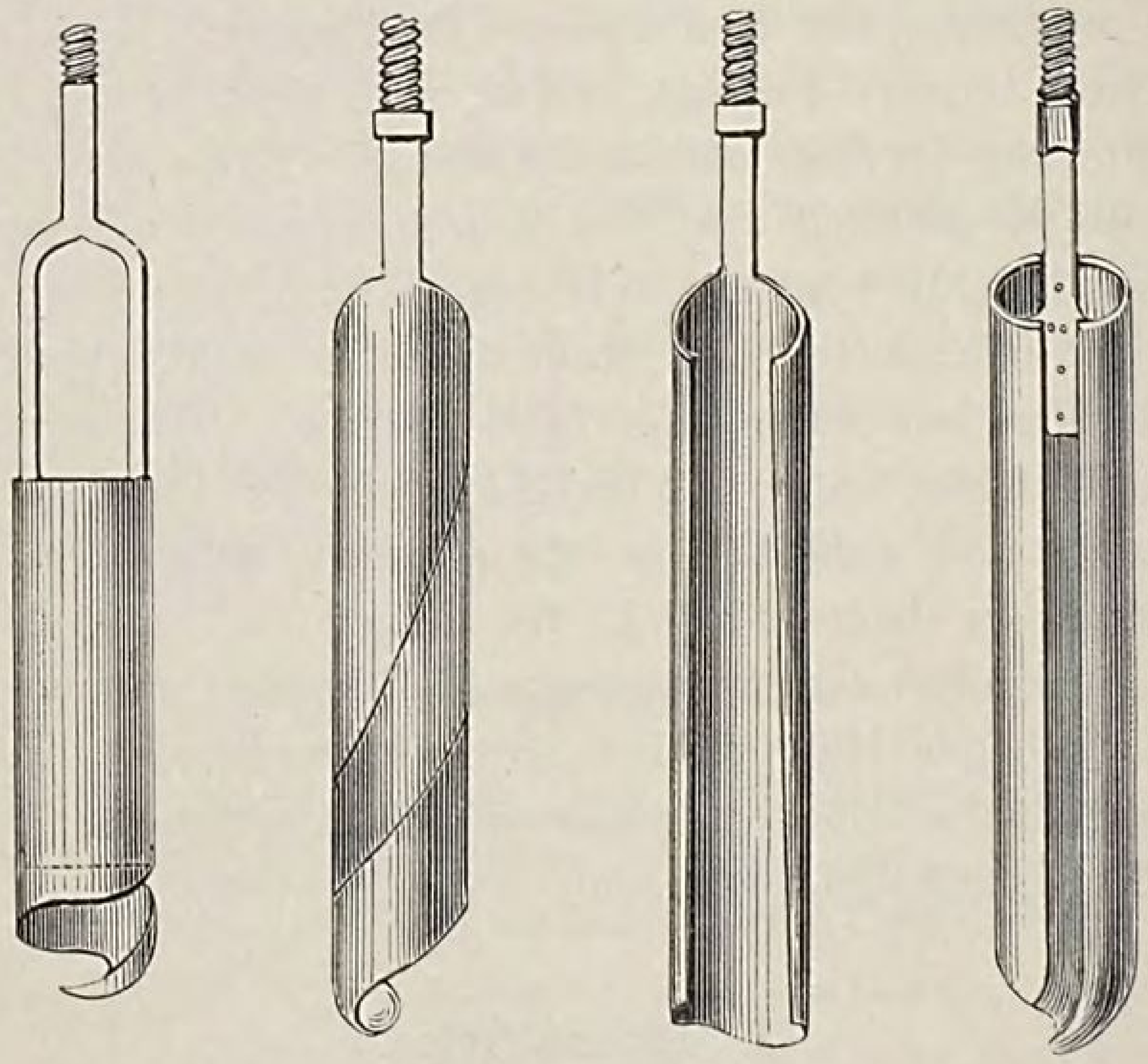
werden muss. Sind Geschiebe in den zu durchbohrenden Schlamm- oder Sandschichten vorhanden, so bringt man an dem unteren Ende eine vierfach durchbrochene, nach Unten pyramidale Spitze an, welche die Geschiebe von der Oeffnung des Bohrers fern hält und in die Bohrlochswände drängt, so dass die Massen dennoch in das Innere gelangen können.

In feinem, thonigem Sande bringt man zweckmässig an dem unteren Ende des Cylinders eine spatenähnliche Schneide an, welche beim Drehen die Massen auflockert und zum Eintritt über das Ventil geschickt macht.

Zum Bohren in mergeligen und weichen kalkigen Schichten hat Ermeling in Java einen Ventilbohrer mit scharfer Schneide am unteren Theile des Cylinders angewendet, welcher den abgebohrten Bohrschlamm über dem Ventil aufnimmt und zugleich gestattet, einen Kern zu bohren[9]).

2. Ventil- und Schneckenbohrer, dem eigentlichen Ventilbohrer ähnlich, nur endet er unten in einer Art Schnecke, wie Fig. 22 zeigt; er

Fig. 22. Fig. 23. Fig. 24. Fig. 25.



wird zur Durchbohrung von trockenem Kies benutzt, die Schnecke dient dazu, den Kies aufzulockern.

3. Schneckenbohrer zum Durchbohren von Thon, thonigem Sand, Braunkohle nimmt beim Drehen die abgelösten Massen in sich auf, Fig. 23; er ist spiralförmig gewunden mit vorausgehender gedrehter Spitze, eine Langseite bildet eine Schneide.

3. Hohlbohrer dient zu gleichem Zweck, wie der vorige, oder zum Vorbohren; er ist ein Cylinder mit einem verticalen Spalt, Fig. 24, dessen eine Seite in eine Schneide ausläuft; zuweilen ist diese Seite des Spalts noch mit einem schneckenförmig gewundenen Ansatze versehen.

5. Schappe, Fig. 25, ist ein Hohlbohrer, der sich nur insofern von

[9]) Annales des mines. 7. Série. tom. II. p. 270.

dem vorigen unterscheidet, dass jener von Eisenblech, die Schappe von Stabeisen gefertigt ist und deshalb kräftiger angreifen kann, auch hat sie einen engeren Spalt, als jener; sie wird besonders zum drehenden Bohren im Kreidemergel und Schieferthon angewendet.

6. Spiralbohrer (Schlangenbohrer), Fig. 26, ist ein spiralförmig gewundenes Stück Eisen, welches nach unten in zwei hervorragende Spitzen ausgeht, welche in das Gebirge beim Drehen eindringen; die losgelösten Massen setzen sich in die Spiralen fest. Bisweilen hat das Ganze eine konische Gestalt und die Spitzen treten vor dem Umfang der Spiralen zurück, während sie bei dem dargestellten vor den Spiralen hervortreten. Dieser kann schon in ziemlich festen Gebirgsmassen, wie Steinkohlen angewendet werden, häufig erfordert er aber noch ein Nachbohren, wozu man dann den Schneckenbohrer oder die Schappe anwendet.

7. Sackbohrer: eine eiserne Stange, welche unten in eine Spitze

Fig. 26.



Fig. 27.

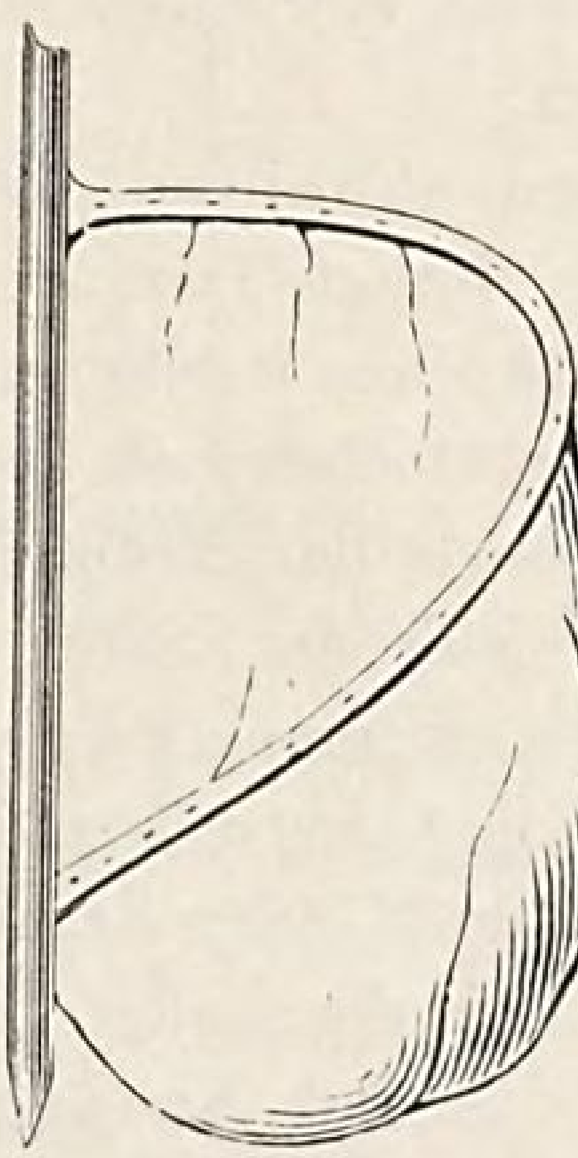


Fig. 28.

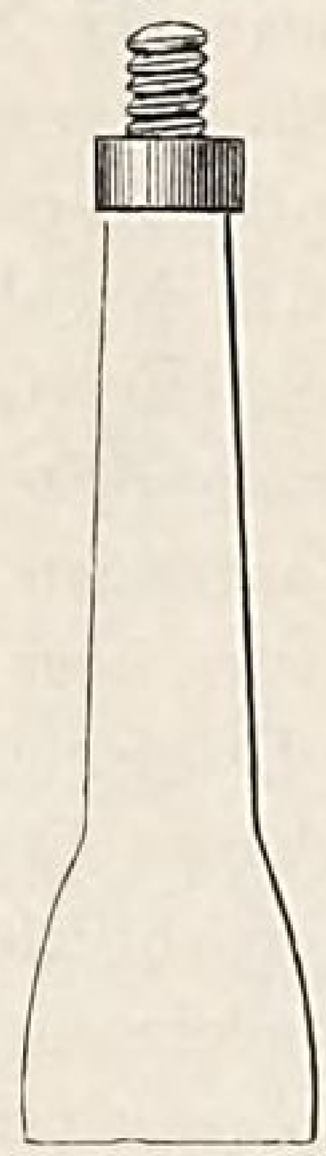
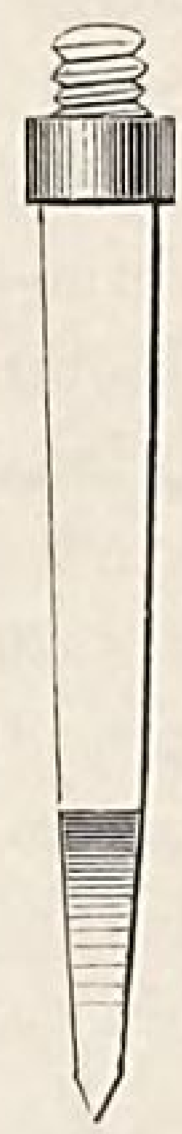


Fig. 29.



endet und seitwärts einen eisernen Bügel trägt, an diesen Bügel wird ein Sack von Leinwand, Drillich oder Leder angenäht, Fig. 27. Beim Drehen dringt die Spitze in das Gebirge ein, wobei die Massen in den Sack eintreten. Dieser Bohrer wird in schwimmendem Gebirge, namentlich beim Niederlassen von Senkmauern für Schächte oder Brunnen, angewendet.

b. Beim stossenden Bohren.

1. Meisselbohrer. Derselbe besteht, Fig. 28, 29, aus dem Spaten mit der Schneide, dem Schaft und dem Halse, welcher letztere in eine Schraube zur Verbindung mit den nächsten Gestängetheilen endet. Der wichtigste Theil ist der Spaten, von dessen richtiger Construction und Bearbeitung das Gelingen des Bohrlochs abhängt. Die Breite der Schneide richtet sich nach dem Durchmesser des Bohrlochs; der Spaten muss von der Schneide an sich nach und nach in den Schaft verjüngen und so gearbeitet sein, dass

sich die beiden Seiten desselben genau gleichmässig um die Axe vertheilen, weil sonst das Loch nicht rund und lothrecht wird. Die Schneide ist am besten und zweckmässigsten geradlinig, weil nur auf diese Weise der Spaten die ganze Kraft des Stosses in sich aufnehmen kann. Man macht auch die Schneide convex oder stumpfwinkelig, Beides ist nachtheilig. Der Winkel, in welchem sich der Spaten zur Schneide zuschärft, richtet sich nach der Festigkeit des Gebirges, er muss um so grösser sein, je fester das Gebirge, aber nicht über 70 Grad. Der Schaft- und Spatenkopf werden aus Eisen gefertigt, der übrige Theil des Spatens mit der Schneide aus Stahl, am besten aus Gussstahl; wird ein faseriger Stahl angewendet, so dürfen die Fasern nicht parallel der Schneide laufen, weil diese sich sonst zu leicht abarbeitet; in neuerer Zeit hat man den ganzen Spaten aus Gussstahl gefertigt. Die Länge der Schneide muss immer genau nach einer Lehre abgerichtet werden, damit das Loch gleichförmig rund und cylinderisch gebohrt wird. Es mag indess die Schneide noch so sorgfältig bearbeitet sein, fast niemals wird man das Nachbüchsen entbehren können, um das Loch völlig rund und lothrecht zu erhalten.

2. Meisselbohrer mit Ohrenschneiden oder Laschenbohrer. Zur Vermeidung des Nachbüchsens bringt man an dem gewöhnlichen Meisselbohrer sogen. Ohrenschneiden an, welche, nachdem die Schneide gewirkt hat, an derselben Stelle die Bohrlochswände abrunden und gewissermassen mit dem Vordringen des Meissels das Nachbüchsen bewirken. Es sind dies 26 Millimeter über der Schneide am Spaten angebrachte, 78 Millimeter breite, dem Bohrlochsumkreise entsprechend abgerundete, von innen nach aussen zugeschärfte Laschen. Die Construction ist aus den zu 3 gehörenden Figuren ersichtlich. Die Ohren oder Laschen müssen mit der Schneide ganz besonders sorgfältig nach der Lehre gearbeitet werden[10].

3. Meisselbohrer mit Ohren- und Nachschneiden. Um den Zweck noch vollständiger zu erreichen, sind von Kind, ausser den Laschen in unmittelbarer Verbindung mit dem Spaten, noch sogenannte Nachschneiden angewendet, welche an einer Verstärkung des Meisselschaftes angebracht sind und in einiger Höhe über der Bohrlochsohle das Nachbüchsen nochmals besorgen. Kind hat diesen Nachschneiden eine rechtwinkelige Stellung gegen die Meisselschneide gegeben, v. Seckendorff in Schöningen[11]) legt mit Recht Werth darauf, die Nachschneiden parallel der Meisselschneide zu stellen, weil dadurch die Prüfung der Nachschneiden in Bezug auf die genaue Uebereinstimmung mit der Schneide sicherer gemacht wird. Fig. 30. 31.

[10]) Müldner in Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins für Steiermark und Kärnthen. 1877. S. 324.

[11]) v. Seckendorf: Die Tiefbohrungen nach Steinsalz bei Schöningen in Zeitschrift f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 1 B. S. 75. Derselbe: über die beim Bohren angewendeten Meissel. Ebenda. Bd. 9 B. S. 268.

4. Meisselbohrer mit beweglichen Nachschneiden. Man ist häufig in der Lage, die Bohrlöcher zur Sicherung vor Nachfall zu verröhren; um aber dem Bohrloch unterhalb der eingelassenen Röhren die frühere Weite zu erhalten und die Röhren nachsenken zu können, bohrt man mit dem eigentlichen Meissel (Laschenbohrer) das Bohrloch in wenig verringertem Durchmesser vor und nimmt die stehen gebliebene Wand durch die

Fig. 30.

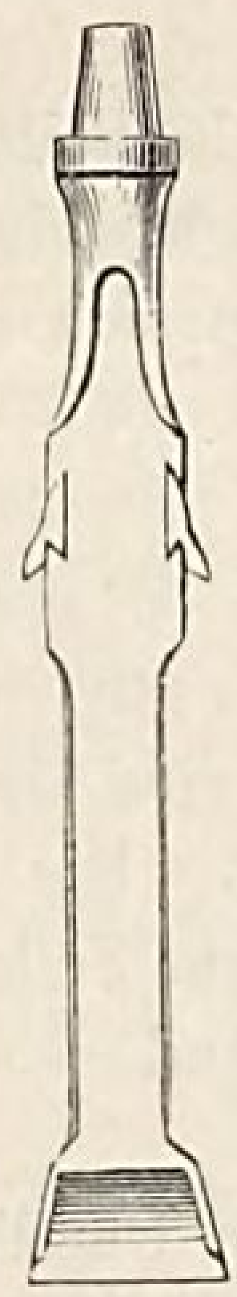
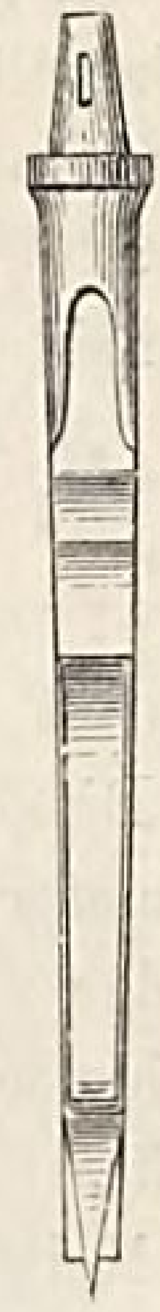


Fig. 31.



Nachschneiden nach. Da diese aber, wenn sie frei aus dem Stangenschafte herausragen, einen grösseren Durchmesser haben, als das Innere der Röhren, so müssen sie während des Einlassens des Meissels eingelegt und erst nach der Ankunft des Meissels auf der Sohle zu ihrer dem Bohrlochsdurchmesser entsprechenden Stellung ausspringen. Hierzu bedarf es einer complicirten, beim Bohren nicht immer zu empfehlenden Einrichtung mit Federn, welche das Ausspringen der Schneiden bewirken. Solche Bohrinstrumente sind von Bruckmann, Dégoussée, Häcker, v. Reichenbach, besonders von Kind angegeben und angewendet. Vervollständigt und praktisch nutzbar gemacht hat diese Einrichtung v. Seckendorff in Schöningen[12]). Die nähere Beschreibung dieses Bohrapparats folgt unten, wo von dem Erweitern der Bohrlöcher die Rede ist.

Die angeführten Meisselbohrer sind die bei Tiefbohrungen mit Gestänge allein anwendbaren, man hat indess für geringere Bohrversuche auch noch andere angewendet.

5. Kreuzmeissel oder Kreuzbohrer: zwei gewöhnliche Meissel durchkreuzen sich unter einem rechten Winkel;

6. Zettbohrer mit einer Schneide, welche einem **Z** entspricht, ebenso

7. Esbohrer mit einer **S**-förmigen Schneide;

[12]) v. Seckendorff, ebenda. Bd. 1 B. S. 76.

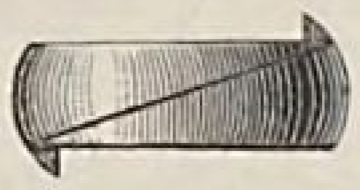
8. Kolbenbohrer: die im Kreuz liegenden concaven Schneiden bilden fünf Spitzen, von denen die mittlere 13 Millimeter vor den übrigen in einer Ebene liegenden Spitzen vorgreift;

9. Kronenbohrer: hier kreuzen sich gleichfalls zwei schwach concav gekrümmte Schneiden, lassen in der Mitte eine Vertiefung und bilden also nur vier Spitzen.

Alle diese und ähnliche Vorrichtungen sind veraltet und durch den Meissel mit Ohrenschneiden verdrängt, welcher besser, als jene, den Zweck des Rundbohrens erreichen lässt.

10. Der Bohrmeister Sonntag wendet beim Seilbohren einen Meissel mit diagonaler Schneide an[13]). Das Blatt ist nicht, wie gewöhnlich, konisch, sondern gerade; die Schneide, Fig. 32, befindet sich nicht in der Mitte des

Fig. 32.



Blattes, sondern in der Diagonale, ausserdem sind die Ecken durch Nachschneiden von 13 Millimeter Breite verstärkt. Die Einrichtung hat den Zweck, dass der in Folge der Torsion des am Seile hängenden Meissels schiefe Stoss die Schneide weniger abnutzt und seine Richtung mehr in die Mitte der Masse trifft.

11. An Stelle der Meissel sind, wie beim Handbohren in der Grube, auch bei Tiefbohrungen Bohrer mit Diamantschneide[14]) angewendet worden. An der Bohrstange befindet sich ein eisernes Bohrstück, in dessen unteren Kopf schwarze Diamanten, mit ihrer natürlichen Spitze nach unten gekehrt, eingesetzt sind; sie sind nicht in einem Ringe gruppirt, sondern bedecken die ganze Fläche. Man hat solche Bohrer im festesten Quarzgestein arbeiten lassen und dabei sehr günstige Resultate in Bezug auf Schnelligkeit des Abbohrens erzielt, auch eine Abnutzung der Diamanten nicht wahrgenommen. Nachdem in neuester Zeit das Arbeiten mit dem Diamantbohrer eine grössere Ausbreitung gewonnen und eine ganz neue Methode des Bohrens dadurch entstanden ist, wird weiter unten diesem Gegenstande ein besonderer Abschnitt gewidmet werden.

12. Hat man den Meissel mit Ohrenschneiden nicht angewendet, so wird man fast immer in der Lage sein, mit der Büchse von Zeit zu Zeit nachzubohren, um das Bohrloch rund zu erhalten. Die Büchse ist ein glockenförmiges Instrument, welches unten einen scharfen Rand hat und mittelst einer Gabel mit dem Gestänge verbunden ist; durch Stossen mit der Büchse werden die Unebenheiten an den Bohrlochswänden beseitigt, es bleibt dies aber ein unvollkommenes und zeitraubendes Verfahren.

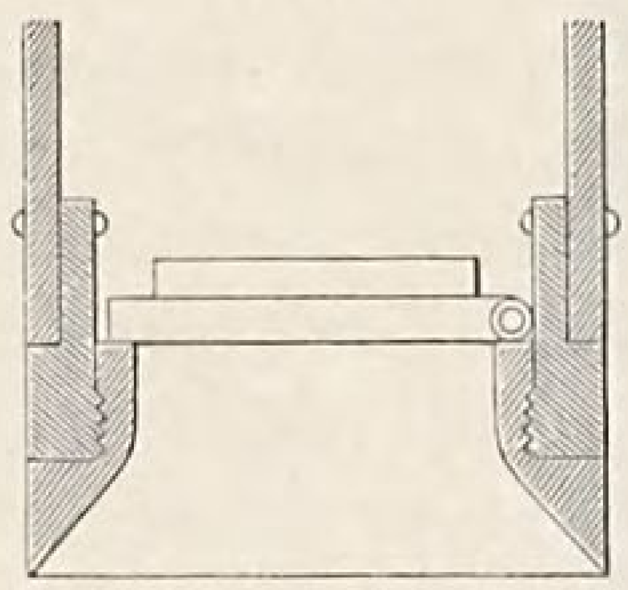
[13]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 5. 168.

[14]) Ebenda S. 19. — Dingler polyt. Journal. Bd. 198. S. 369. — Glückauf. Essen 1871. No. 38. Jahrg. 1872. Nr. 12. — Berggeist. Köln 1871. S. 418.

c. Bohrlöffel.

1. Gewöhnlicher Löffel (Schlammlöffel, Schmandheber). Dieser Löffel ist eine cylinderische Röhre aus Eisenblech, in seltenen Fällen aus Zinkblech; im letzteren Falle sind die Bleche an einander gelöthet, im ersteren genietet, wobei die Nieten nach Aussen stets versenkt werden, um ein Anhängen des Löffels zu vermeiden; auch nach Innen müssen die Niete gut verarbeitet sein. Die langen Nähte müssen alternirend stehen, die Niete müssen schachbrettförmig gesetzt sein. Am oberen Ende ist eine Gabel angenietet, welche sich nach oben zu einer Schraube zusammenzieht; bei weiten Löffeln hat die Gabel vier Schenkel. Am unteren Ende des Löffels ist ein Ventilsitz angenietet oder angeschraubt, der aus Eisen besteht, gut verstählt ist und unten abgeschrägt wird. Auf dem Ventilsitz befindet sich an einem Charnier eine Lederklappe mit Eisen beschlagen, Fig. 33, zuweilen auch mit einer Stange nach Unten, um beim Aufsetzen des Löffels das Oeffnen der Klappe sicher zu bewirken; bei weiten Löffeln

Fig. 33.



hat man auch doppelte Klappen angewendet. Dégoussée schlägt Kugelventile vor, die sich besonders beim Löffeln im Sande bewähren sollen. Das Ventil darf nicht zu hoch im Löffel liegen, um das Bohrloch vor Ort vollständig reinigen zu können. Der äussere Durchmesser des Löffels wird 20 bis 26 Millimeter geringer, als die Bohrlochsweite genommen; die Höhe richtet sich nach dem Durchmesser und ist nicht leicht unter 0,785 und über 3,5 Meter.

Durch wiederholtes Aufstossen des Löffels wird der Bohrschmand in denselben hineingedrängt, die geschlossene Klappe hindert sein Zurückfallen. Selten wird der Löffel an einem festen Gestänge in das Loch eingeführt, meist mittelst Seil, wobei zur Beschwerung einige kurze Gestängestücke auf den Löffel aufgeschraubt werden und zwischen dem letzten Gestängestück und dem Seil eine Rutschscheere eingeschaltet wird. Das Seil wird in Längen bis zu den grössten Bohrlochstiefen angewendet, theils getheerte Hanfseile 20 bis 26 Millimeter stark, theils Seile von Eisen- oder Gussstahldraht in 16 Millimeter Stärke.

2. Soollöffel (Soolheber). Die Soollöffel sind bestimmt, Salzsoole oder andere erbohrte Flüssigkeiten zu Tage zu fördern und bestehen meistentheils aus kupfernen, durchaus wasserdicht gefertigten Cylindern.

Fig. 34 stellt einen solchen Löffel dar, der unten einen Boden besitzt und oben mit einem Ventil geschlossen ist; das Ventil ist mit einem Steg versehen, an welchem zu beiden Seiten des Löffels eiserne Stangen hängen, die sich unten zu einer schweren Birne vereinen. Sobald der Löffel vor Ort des Bohrlochs ankommt, stösst die Birne auf, wodurch das Ventil gehoben wird und die Soole in den Löffel eintreten kann; beim Aufheben des Löffels zieht die schwere Birne das Ventil wieder zu, so dass die Soole unvermischt mit oberen Wassern zu Tage kommt. Die Soole darf nicht durch Schmand verunreinigt sein, weil sonst das Ventil leicht sich nicht schliesst und der Zweck vereitelt wird. — Um den Löffel in oberen

Fig. 34.

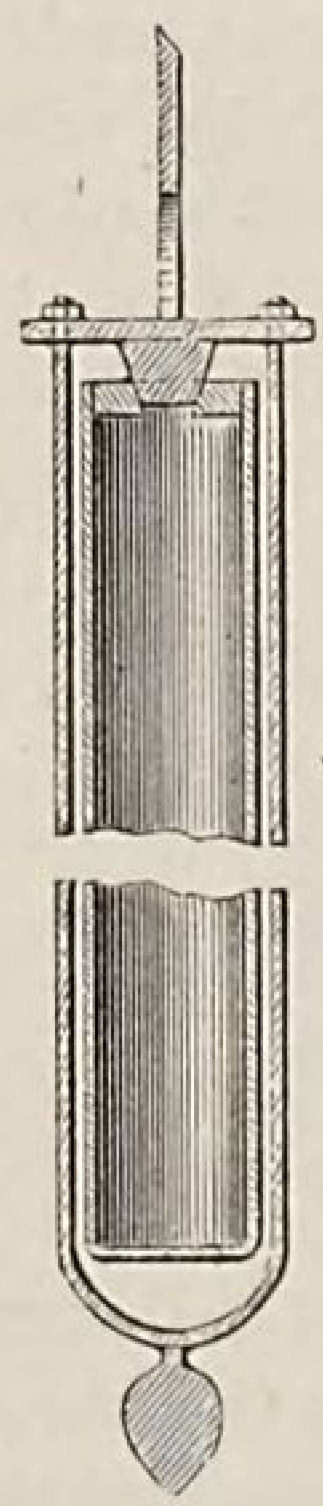
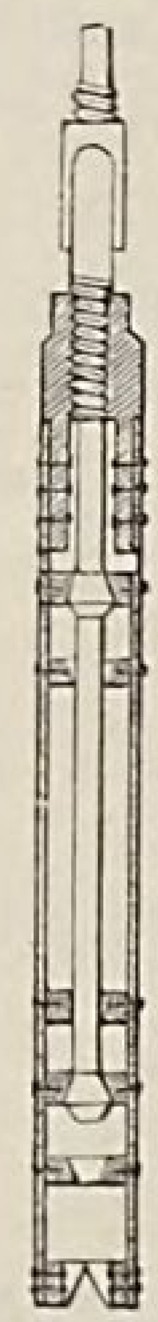


Fig. 35.



Höhen anwenden zu können, kann man statt der Birne eine Schraubentute anbringen und in diese so viel Stangen einschrauben, als nöthig sind, den Löffel in einer bestimmten Höhe zu fixiren; der Gebrauch ist dann der vorher beschriebene.

Um dasselbe zu erreichen, bediente man sich bei einem Bohrversuche zu Artern eines vollständig geschlossenen, cylinderischen Soollöffels, der an seinem oberen Deckel einen kurzen offenen und nur mit einem Korkstöpsel verschlossenen Hals hatte; von dem Korkstöpsel führte ein Bindfaden zu Tage. Sobald der Löffel in der bestimmten Tiefe angelangt war, zog man mittelst des Bindfadens den Kork, so dass die Soole eintreten konnte; beim Aufheben aber blieb der Hals offen und es konnten sich obere Wasser mit der im Löffel befindlichen Soole mischen, so dass man kein ungetrübtes Resultat hatte.

Dégoussée[15]) beschreibt einen Soollöffel, Fig. 35, in dessen oberem

[15]) Dégoussée: Die Anwendung des Erd- oder Bergbohrers. Deutsch. Quedlinburg 1851. S. 195.

Deckel sich eine rechts geschnittene Schraube bewegen kann: die Schraube verlängert sich nach unten in eine Stange, welche zwei doppelte Kegelventile trägt. Ursprünglich befinden sich die oberen der beiden Doppelventile in ihren Sitzen; sobald die Schraube tiefer geschraubt wird, dringt die Soole von unten nach oben in den Löffel, bis beim Vorwärtschrauben die unteren der beiden Doppelventile zu ihren Sitzen gelangen und der Löffel geschlossen ist.

Die vorbeschriebenen Soollöffel haben den Uebelstand, dass sie häufig nicht stark genug construirt werden können, um dem Atmosphärenüberdruck im Tiefsten des Bohrlochs widerstehen zu können, so dass sie sehr oft zusammengedrückt zu Tage kommen. Dem zu begegnen, construirte Brandes[16]) folgenden Soolheber. Zwei Cylinder aus Eisenblech werden an einander geschraubt, von denen der obere allseitig geschlossen, der untere unten offen ist, der untere muss so viel mehr Capacität, als der obere haben, als Atmosphären auf den Apparat drücken; beide Cylinder communiciren durch ein oben und unten offenes Röhrchen, welches durch die Zwischendeckel beider hindurchgeht und bis nahe zum Deckel des oberen reicht. Auf dem oberen Deckel ist ein offener Hals aus Gummischlauch angebracht, in welchen ein eiserner Conus passt, der von Tage her durch ein Seil gezogen werden kann, während er sich nach Unten in eine durch das Communicationsröhrchen hindurch gehende Stange verlängert, die ein Gewicht trägt und ausserdem eine Grundplatte, die in die untere Oeffnung des Röhrchens passt. Während des Einlassens steigt aus dem unteren Cylinder keine Soole in den oberen; sobald der Punkt, wo die Soole geschöpft werden soll, erreicht ist, wird der Conus gezogen und dabei das Röhrchen von Unten geschlossen, so dass sich der obere Cylinder mit der Soole füllen kann; beim Heben des Apparats zieht das Gewicht den Conus herunter und schliesst den oberen Cylinder, während das Röhrchen wieder geöffnet ist. Ueber Tage wird der untere Cylinder abgeschraubt und die Soole aus dem oberen durch ein mit einer Schraube verschlossenes Loch zur Untersuchung abgelassen.

II. Schaft- oder Mittelstücke.

a. Obergestänge.

Das Obergestänge[17]) besteht entweder aus massiv eisernen oder aus hölzernen Stangen oder aus eisernen Röhren. Bei drehender Methode kann nur massiv eisernes Gestänge angewendet werden, auch bei stossender ist dies nothwendig, wenn man nicht mit Rutschscheere oder Freifallapparat

16) Brandes in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 14 B. S. 255.

17) Strippelmann a. a. O. Erste Auflage. Halle 1877. S. 11. 34. 43. 44. 55. 85. 126. Zweite Auflage. Leipzig 1881.

arbeitet; auch sind massiv eiserne Stangen nothwendig, wo beim Vorhandensein von Nachfall im Loche Drehungen gemacht werden müssen, oder beim Fangen von gebrochenen, im Bohrloch zurückgebliebenen Gestänge- oder Meisseltheilen. Bei der Benutzung der Rutschscheere oder der Freifallapparate kann man sich der eisernen oder der hölzernen Stangen oder beider zu gleicher Zeit bedienen, indess können die hölzernen nur dann zum Gebrauch gelangen, wenn die Bohrlöcher mit Wasser erfüllt sind, was allerdings Regel ist, ferner auch nur dann, wenn ein grösserer Durchmesser, mindestens von 150 bis 200 Millimeter vorhanden ist, weil die hölzernen Stangen selbst zu ihrer Stabilität schon eines grösseren Durchmessers bedürfen. Das eiserne Hohlgestänge endlich ist nur ausnahmsweise benutzt worden, obwohl es von v. Oeynhausen dringend empfohlen wird und Dégoussée in Frankreich patentirt wurde; erst in neuester Zeit tritt es bei dem Diamantbohren und beim Bohren mit gepresstem Wasserstrom in ausgedehntere Benutzung.

1. Massiv eisernes Gestänge.

Der Querschnitt der eisernen Stangen ist meist quadratisch, selten rund, was nicht nur unzweckmässig, sondern auch theuerer in der Anfertigung ist; wählt man einen runden Querschnitt, so müssen stets die Enden quadratisch ausgeschmiedet werden, um den Schlüssel zum An- und Abschrauben anlegen zu können. Die Stangen müssen aus bestem und zähestem Eisen angefertigt werden, am sichersten aus Hammereisen, bei Holzkohlen dargestellt, doch findet man auch Walzeisensorten, welche dem Zwecke genügen.

Die Abmessungen des Querschnitts sind abhängig von der Tiefe und der Art des Bohrens. Bei drehendem Bohren und einem Durchmesser des Lochs von 90 bis 100 Millimeter reicht man mit 26 Millimeter Seite bis zur Tiefe von 180 bis 200 Meter, obwohl hierbei schon die Torsionselasticität häufig überwunden wird und die Stangen spiralförmige Drehung annehmen. Beim stossenden Bohren ohne Rutschscheere, was höchstens bis 100 Meter geschehen sollte, ist 26 Millimeter Seite ausreichend; hat man tiefer zu gehen, so ist das untere Drittel der Stangen, welches am meisten vom Stosse zu leiden hat, 33 Millimeter stark zu nehmen. Bei Anwendung der Scheere ist bis 200 Meter Tiefe eine Stärke von 20 bis 23 Millimeter vollständig ausreichend; bei dem tiefen Bohrloch zu Neusalzwerk, wo man 674 Meter leichtes Obergestänge (7 Klgr. auf den laufenden Meter) und 28 Meter Untergestänge (28 Klgr. auf den laufenden Meter) anwendete, genügte 26 Millimeter Stärke vollkommen. Bei anderen Bohrversuchen hat man allerdings stärkere Stangen angewendet, aber wohl über das Bedürfniss hinaus; die Gränzen schwanken zwischen 20 und 52 Millimeter.

Ein Brechen der Kanten, d. h. die Herstellung eines symmetrisch achteckigen Querschnitts, wie es bei Handbohrern zur besseren Führung durch

den Arbeiter nothwendig, ist nicht erforderlich und erhöht nur die Kosten.

Die Länge der Stangen ist im Allgemeinen principmässig so gross, wie möglich, zu nehmen, um die Zahl der künstlichen Verbindungsstellen im Gestänge zu vermindern, welche die Sicherheit desselben verringern, theuer sind und die Arbeit beim Aufholen und Einlassen des Gestänges verzögern. In der Wirklichkeit modificirt sich dieses Princip durch die Vorrichtungen zum Ausziehen des Bohrgestänges und die Höhe des Bohrthurms, sowie dadurch, ob die Stangen nach dem Ausholen aufgehangen oder gelegt werden; jedenfalls ist das Hängen wegen kürzeren Aufenthalts und besserer Erhaltung der Stangen zweckmässiger, als das Legen. Bei den Tiefbohrungen zu Schöningen, welche für viele Einrichtungen zum Muster dienen können, hatte man zwar Stangen von nur 8,336 Meter Länge, man zog aber immer mittelst eines Zuges 3 Stangen, also 25 Meter zu Tage und hatte hiernach die Höhe des Bohrthurms eingerichtet[18]). Die von Beer[19]) angegebene Scala: 3,766 Meter Länge bei 26 Millimeter Stärke, 4,708 Meter bei 33 Millimeter, 5,649 Meter bei 39 Millimeter, höchstens 9,416 Meter bei 46 Millimeter entbehrt der inneren Begründung und der Wirklichkeit. Im Allgemeinen findet man die Stangen nicht länger als 9,5 Meter, weil sie bei grösserer Länge in der Schmiede nicht mehr leicht zu handhaben sind, selten sind sie bis 12,5 Meter lang, obwohl Rost[20]) 15,693 Meter Länge empfiehlt. In vielen Fällen wird man durch die Länge des käuflichen Eisens beschränkt sein, sowie durch die Unmöglichkeit, in der Schmiede zu lange Stangen an einander schweissen zu lassen. Jedenfalls ist es zu empfehlen, die Stangen durch das Gestänge hindurch von gleicher Länge zu nehmen, weil dadurch die Arbeit des Einlassens und Ausholens viel sicherer vor sich geht, als bei verschiedenen Stangenlängen. Ausser den Hauptstangen bedarf man noch kurzer Aufsatzstangen, deren Länge sich nach der auf einmal abzubohrenden Tiefe richtet. Für stossendes Bohren kommt hierbei die Stellschraube in Betracht; erlaubt diese beispielsweise 0,314 Meter abzubohren und sind die Hauptstangen 9,416 Meter lang, so braucht man Aufsatzstangen von 0,314 0,628 0,942 1,255 1,569 und 4,708 Meter Länge, schiebt aber besser noch ein Zwischenglied von 3,139 Meter Länge ein, um weniger Verbindungsstellen zu haben.

Das Richten der Stangen oder der Stangenzüge (wo mehrere Stangen mit einem Zuge ausgeholt werden) ist dringend nothwendig, um ein geradliniges Loch zu erhalten, um so dringender, wenn ohne Freifallinstrument gebohrt wird. Es geschieht auf Böcken, deren obere Fläche genau in einer Horizontalebene liegt, besser aber auf einer Richtbank, welche 1,000 bis 1,225 Meter breit ist und 0,654 Meter über dem Erdboden liegt. Die

18) v. Seckendorff: Die Tiefbohrungen zu Schöningen a. a. O. Bd. 1 B. S. 67.

19) Beer: Erdbohrkunde S. 62.

20) Rost: Deutsche Bergbohrerschule. Thorn 1843. S. 95.

Stangen werden handwarm gemacht und mit leichten Hammerschlägen bearbeitet.

Stangenschlösser. Die Verbindung der Stangen erfolgt gewöhnlich durch Schrauben; an dem oberen Ende der Stangen befindet sich die Spindel, an dem unteren die Mutter. Dicht unter der Schraubenspindel oder 157 bis 235 Millimeter darunter ist ein Wulst oder ein Bund angebracht, um das Gestänge auf der Hängebank abzufangen; bedient man sich zum Einhängen der sogenannten Krückelstühle, so sind zwei solcher Wülste zweckmässig anzuwenden (Fig. 36). Der Wulst oder Bund hat einen runden oder viereckigen Querschnitt, oft auch sechs- oder achteckigen, wofür indess kein Grund geboten ist. Statt der Bunde sind sehr geeignet Gestämme oder Verstärkungen, welche zuerst von Kind angegeben, auch von Dégousée empfohlen sind; sie lassen sich aus dem Ganzen schmieden, während die Bunde meist nur aufgeschweisst werden (Fig. 37). Die Ab-

Fig. 36.

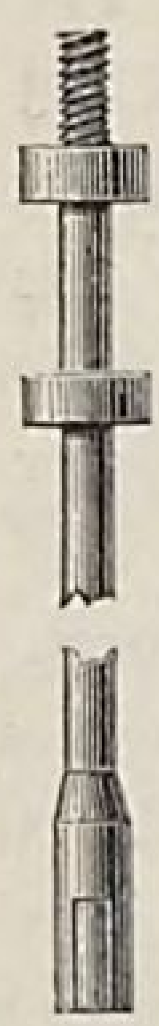


Fig. 37.



messungen der Schrauben werden verschieden angegeben. Als Hauptgrundsatz wird anzunehmen sein, dass der Durchmesser der Schraube mindestens der Stärke der Stange entspricht. Ottiliä[21]) giebt bei 26 Millimeter runden Stangen den Durchmesser der Schraube zu 26 Millimeter an, die Länge zu 65 Millimeter und fordert 9 dreieckige Gewinde; zu Schöningen[22]) hatte man für die 26 Millimeter starken Stangen 36 Millimeter starke, 52 Millimeter lange Schrauben mit 9 Gewinden von 3 Millimeter Tiefe; Rost[23]) giebt an bei einer Stärke der Schrauben von 46 Millimeter eine Länge von 98 Millimeter und 8 bis 10 Umgänge von $2^1/_2$ Millimeter Tiefe, bei einer Schraubenstärke von 33 Millimeter eine Länge von 65 Millimeter und 8 bis 10 Umgänge von 2 Millimeter Tiefe. Beer[24]) nimmt für $8^1/_2$ □ Centimeter Querschnitt oder 29 Millimeter Seite 33 bis 35 Millimeter als Stärke der

[21]) Ottiliae; a. a. O. Bd. 7 B. S. 225.

[22]) v. Seckendorff: a. a. O. Bd. 1 B. S. 67.

[23]) Rost: a. a. O. S. 68.

[24]) Beer: Erdbohrkunde S. 63.

Schrauben an, 46 bis 52 Millimeter Länge, auf 26 Millimeter der Länge ca. $4^1/_2$ bis 5 Gewinde von 5 Millimeter Tiefe. Müldner[25]) giebt für die Stärke der Bohrstange von 20 bis 26 Millimeter dem Schraubenzapfen eine Länge von 70 Millimeter und macht ihn unten 32 Millimeter, oben 25 Millimeter stark. — Es ist zweckmässig, die Schrauben nach Oben leicht konisch zu machen und anfänglich von der Mutter nur einige Gewinde — nach v. Seckendorf genügen drei — fassen zu lassen, weil sich beim Gebrauch die Gewinde leicht abarbeiten und alsdann, ohne eine Erneuerung der ganzen Schraube nothwendig zu machen, ein Tieferschrauben der Mutter auf die Spindel ermöglicht wird. Die Gewinde werden dreieckig und meistentheils rechts geschnitten; links geschnittene werden nur ausnahmsweise angewendet, wenn von dem Bohrgestänge Theile im Loche sitzen geblieben sind und durch Abschrauben wieder gewonnen werden sollen. Alle Schrauben müssen nach demselben Modell geschnitten sein, weshalb man zur Prüfung eine feste Lehre benutzen muss; überhaupt muss man bei der Ausführung mit der grössten Sorgfalt verfahren. Wo es die Vorrichtungen erlauben, ist es zweckmässig, die Schrauben unmittelbar an den Stangen herzustellen; in kleinen Bohrschmieden arbeitet man die Schrauben für sich und schweisst sie an die Stangen. — Der Schraubenverbindung ist vorgeworfen, dass sie nur Drehung des Gestänges nach einer Richtung erlaubt; das ist richtig, aber unerheblich. Wird eine andere Drehung erforderlich, wie bei Brüchen, so ist man, wie bereits oben erwähnt, zuweilen genöthigt, links geschnittene Gestänge anzuwenden, oder man durchbohrt Spindel und Mutter und verhindert durch einen eingesteckten Bolzen die Drehung der Schraube, oder man zieht eine Muffe über das Schloss, welches vorher an einer Seite abgefeilt ist, einem Ausschnitt in der Muffe entsprechend, und fixirt das Ganze durch einen Schliesskeil, oder endlich man versieht das Schloss ausserhalb mit linksgeschnittenen Schraubengängen und zieht eine Schraubenmuffe darüber.

Alle anderen Stangenschlösser sind unzweckmässig. Sehr unpraktisch ist das Zapfenschloss, wobei statt Schraubenspindel ein pyramidaler Zapfen und statt der Mutter eine Hülse vorhanden ist, durch Hülse und Zapfen gehen viereckige Schraubenbolzen. Aehnlich ist das Gabelschloss, wo der pyramidale Zapfen durch einen flachen rechtwinkeligen und die Hülse durch eine den Zapfen umschliessende Gabel ersetzt sind.

Ausserdem hat man Blattschlösser, bei denen je zwei Stangen in verschiedenen Blattverbindungen auf einander gelegt werden, über diese Verbindungen werden Klemmringe aufgetrieben und ausserdem Schraubenbolzen durchgezogen. Alle diese Schlösser sind wegen der daran befindlichen vielen Theile für die Bohrarbeit gefährlich, weil sich dieselben leicht durch die Erschütterungen lösen, in die Bohrlöcher fallen und dadurch Klemmungen und Brüche verursachen; ausserdem bringen sie beim Einlassen

[25]) Müldner a. a. O. S. 327.

und Ausholen des Gestänges vielen Aufenthalt mit sich. Dennoch werden sie selbst neuerlich auffallender Weise als Zeit ersparend wieder empfohlen[26]). Nur bei der Verbindung des Meissels mit dem Bohrklotz und des Bohrklotzes mit den oberen Gestängetheilen hält man ähnliche Verbindungen für nothwendig, meistens das Zapfenschloss oder auch Muffenverbindungen mit Keil.

Zur Verbindung der Bohrstangen giebt Tilley[27]) denselben an den Enden eine cylinderische Verstärkung, welche ausgebohrt und im Innern mit Schraubengewinden versehen wird; in die eine Stange wird eine Schraube, mit scharfen Schraubengängen versehen, zur Hälfte mit dem Schraubenschlüssel eingedreht, während die andere Hälfte in die nächst obere Bohrstange eingeschraubt wird, indem man die Stange selbst dreht. Die Verbindung erscheint nicht sicherer als die gewöhnliche Schraubenverbindung und deshalb nachtheiliger, weil sie längeren Zeitaufwand erfordert, indem bei jeder Verbindungsstelle der Schraubenschlüssel zweimal angelegt werden muss.

Auch bei der Zusammenfügung des Meissels mit dem Bohrklotz benutzt Tilley diese Verbindung, wo sie alle Nachtheile der Schraubenverbindung im Vergleich zur Muffenverbindung in verstärktem Maasse mit sich führt.

Sachse[28]) hat sich eine Verbindung der Bohrstangen patentiren lassen, welche es ermöglichen soll, die Stangen beim Ziehen aus dem Bohrloche nicht auseinander schrauben zu müssen; sie sollen mit einem Gelenk versehen werden, welches es zulässt, die gezogenen Stangen nebeneinander auf ein Gerüst zu legen. Die Einrichtung scheint in der Praxis noch nicht erprobt zu sein.

2. Hölzernes Gestänge.

Die hölzernen Stangen sind nur anwendbar bei nassen Bohrlöchern mit grossem Durchmesser aus den schon oben (S. 70) angegebenen Gründen, ausserdem nur dann, wenn mit Freifallinstrument oder mindestens mit Rutschscheere gebohrt wird, weil den Holzstangen nicht Stabilität genug inne wohnt, um dem Stoss des Meissels widerstehen zu können. Für die Bohrarbeit selbst liefern bei Anwendung der Rutschscheere die hölzernen Stangen an sich keine Kraftersparung, da dieselbe nur von der Verringerung des absoluten Gewichts des Obergestänges abhängt, und es hierfür gleichgiltig ist, ob dasselbe von Eisen oder Holz, ob das Bohrloch trocken oder nass ist; in demselben Maasse aber, als durch die grössere Gewichtsverminderung des hölzernen Obergestänges die mechanische Arbeit beim Heben

[26]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 27 B. S. 283.

[27]) Berg- u. Hüttenm. Zeitung von Kerl und Wimmer. Leipzig 1869. S. 219. — Dingler polyt. Journal. Bd. 190. S. 358.

[28]) Dingler polyt. Journal. Bd. 232. S. 319.

vermindert wird, wird auch beim Fallen, da das Obergestänge bis zum Auffallen des Meissels mit fällt, die Acceleration und demnach die Wirkung des Schlages vermindert. Jedenfalls ist ein mit Wasser oder Soole durchtränktes hölzernes Gestänge leichter, als ein eisernes: in Schöningen wogen die Holzstangen, welche 75 Millimeter im Durchmesser und 12,75 Meter lang waren, einschliessl. des Eisenbeschlages 65 Kilogr., also der laufende Meter 5 Kilogr., wogegen bei einem eisernen von 6,84 □ Centimeter Querschnitt der laufende Meter 5,806 Kilogr. wiegt. — Auch beim Bohren mit Freifallinstrumenten liefern die hölzernen Stangen, wenn man das Obergestänge, sei es von Holz, sei es von Eisen, überhaupt abbalancirt, keine erhebliche Erleichterung für die Arbeitsleistung. — Dagegen aber wird die Arbeit des Aufholens ganz ausserordentlich erleichtert und beschleunigt, da ein viel geringeres Gewicht zu heben ist. Bei dem 613,78 Meter tiefen Bohrloch in Schöningen waren 8,94 Meter Untergestänge, welches in der Luft 410 Kilogr., im Wasser 357½ Kilogr., wog, das Obergestänge 622,84 Meter lang, wog von Holz in der Luft 3185 Kilogr., im Wasser 930½ Kilogr., von Eisen 3671 Kilogr. in der Luft, 3201 Kilogr. im Wasser, es waren also zu heben bei hölzernem Obergestänge $930\frac{1}{2} + 357\frac{1}{2} = 1288$ Kilogr., bei eisernem Obergestänge $3201 + 357\frac{1}{2} = 3558\frac{1}{2}$ Kilogr., es wog also im ersten Falle das zu hebende laufende Meter 2 Kilogr., im anderen 5½ Kilogr.

Nach den gemachten Erfahrungen gebrauchte man zum Aufholen des hölzernen Gestänges nur 44 Procent der Zeit, welche beim eisernen nothwendig war; 9 Mann holten 631,78 Meter hölzernes Gestänge in 1½ Stunden auf, würden aber bei eisernem Gestänge 3,42 Stunden nöthig haben.

Nach Héricart de Thury[29]) sollen in Deutschland schon im 17. Jahrhundert hölzerne Bohrstangen angewendet sein, nach Bruckmann in Russland von jeher. Wirklich eingeführt wurden sie 1833 durch Hofrath Glenck bei einem Bohrversuch zu Büdingen, dann ausgedehnter versucht durch Kind bei Cessingen und in Gebrauch genommen bei Echternach. Bei Cessingen benutzte er Nadelholz, bei Echternach Eichenholz; das Holz wurde zu 52 Millimeter starken viereckigen Latten geschnitten, doch hatte es Schwierigkeiten, 7,846 bis 9,416 Meter lange, geradgewachsene und astfreie, namentlich auch in den Fasern nicht gewundene Stämme zu finden. Später bei einem Bohrloch von 157 Millimeter Durchmesser zu Besch a. d. Mosel, Regierungsbezirk Trier, benutzte er wieder Nadelholz, 52 Millimeter im Quadrat stark, aus einem Stamm geschnitten, abgerundet zu 46 Millimeter Stärke, 12,55 Meter lang. Jetzt nimmt man fast allgemein Nadelholz, meistens Fichte, auch Lärche, welche wegen ihrer Astlosigkeit, Geschlossenheit und Unvernichtbarkeit im Wasser sehr geeignet ist, auch

[29]) Beer a. a. O. S. 68. — Strippelmann a. a. O. Erste Auflage. Halle 1877. S. 12. Zweite Auflage. Leipzig 1881.

würde man Kiefer oder Eiche benutzen, doch sind diese schwerer zu beziehen. Je feinfaseriger das Holz ist, desto geeigneter ist es; ausserdem sind Bedingungen: ganz gerader Wuchs, möglichste Astfreiheit, nicht spirale Drehung der Fasern, weshalb man das Holz zu diesem Zweck nur aus dem Innern der Forsten nimmt. Entweder benutzt man einzelne Stämme, deren jeder eine Stange liefert, oder man schneidet die Stangen aus dickeren Stämmen, wobei man bei der Fichte das Kernholz vermeiden muss; in Schöningen hat man bemerkt, dass weniger starke Stämme bessere Stangen geben, wie man dort überhaupt gefunden hat, dass ganze Stämme von 78 Millimeter Durchmesser bei einer Länge von 11 bis 13 Meter am zweckmässigsten sind, obwohl an anderen Orten[30]) die gegentheilige Erfahrung gemacht ist. Die Stärke der Stangen wird jetzt nicht leicht unter 65 Millimeter genommen.

Sehr wichtig für die Haltbarkeit und Leistungsfähigkeit des hölzernen Gestänges ist die Verbindung je zweier Stangen untereinander; dieselbe erfolgt mittelst Vater- und Mutterschrauben, die entweder mittelst Blechhülsen oder mittelst Gabeln an die Stangen befestigt werden. Die Blechhülsen sind von Kind und v. Seckendorf angewendet. Nach des Letzteren Beschreibung[31]), Fig. 38, wird aus 7 Millimeter starkem Eisenblech eine 471 Millimeter lange pyramidale Röhre hergestellt, welche oben 59 Millimeter, unten 62 Millimeter Durchmesser erhält, ausserdem an ihrem unteren Ende auf 98 Millimeter genau cylinderisch geformt wird; dabei nimmt man die Faden des Blechs rechtwinkelig gegen die Länge der Hülse, die Ränder des Blechs werden aufeinander geschweisst und ausserdem noch durch versenkte Niete aneinander befestigt, damit die Hülse vollständig stabil wird. In den cylinderischen Theil wird entweder ein Halsstück mit der Vaterschraube oder eine Büchse mit einer sechskantigen Hülse zur Aufnahme der Mutterschraube genau eingeschmiedet und durch drei Niete sorgfältig vernietet. Die Blechhülse wird handwarm gemacht und auf die gefettete Holzstange von unten her so weit aufgetrieben, bis diese genau an den cylinderischen Theil der Hülse reicht; demnächst wird die Hülse verkeilt. Zuerst bringt man einen 314 Millimeter langen, am Kopf 26 bis 33 Millimeter dicken Keil von Buchenholz ein, alsdann einen eben so langen eisernen Keil von 20 bis 26 Millimeter Dicke, endlich noch einen oder zwei 183 bis 235 Millimeter lange, 20 Millimeter starke eiserne Keile. Nach der Verkeilung wird das Halsstück mit der Vaterschraube, beziehungsweise die Hülse mit der Mutterschraube so eingesetzt, dass das Kopfende der Holzstange genau auf diese Einsätze aufstösst, worauf die Vernietung

Fig. 38.

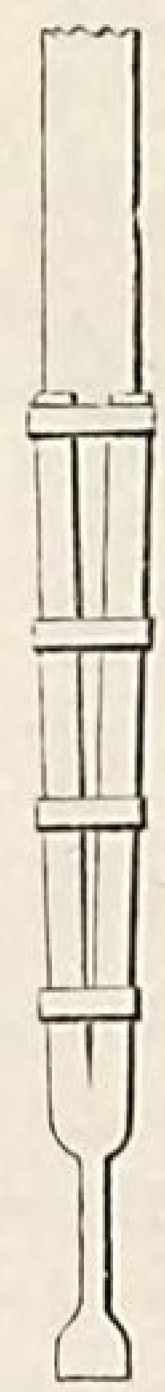


30) Unger: Die Tiefbohrung bei Rohr unweit Schleusingen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 7 B. S. 17.

31) v. Seckendorff a. a. O. Bd. 1 B. S. 67.

derselben erfolgt. Die von Kind angegebene Hülse weicht von der beschriebenen dadurch ab, dass sie kein cylinderisches Ende hat. Die Hülsenverbindung hat den Nachtheil, dass sich trotz aller Sorgfalt bei der Anfertigung der Schlösser nach vielfachen Erfahrungen die Holzstangen während der Arbeit leicht aus den Hülsen herausziehen. Man ist deshalb bei dem Bohrversuch zu Rohr bei Schleusingen[32]) zu einer anderen Verbindungsart übergegangen, Fig. 39. Dieselbe besteht in einer eisernen Gabel, welche mit den 785 bis 942 Millimeter langen, 105 Millimeter breiten Schienen den Kopf der Holzstange umgreift und am Ende, kolbenförmig ausgeschmiedet, die Vater- oder Mutterschraube erhält; die Schienen sind zur besseren Auflagerung nach Innen, der Holzstange entsprechend, gebogen. Die Holzstangen werden an den Enden konisch bearbeitet und so in die Gabel gesteckt, dass sie auf deren kolbenförmigen Ansatz dicht aufstossen; demnächst werden vier eiserne Ringe rothwarm aufgetrieben und endlich noch vier Niete zur vollständigen Verbindung der Schienen mit der Holzstange eingebracht. Ein solcher Beschlag wog 40 Kilogr., während die Seckendorff'schen Hülsen nur 18 Kilogr. wogen. Kind wendete eine ähnliche Gabelverbindung, wie die beschriebene, an, doch wurde dabei das Ende der Holzstange nicht konisch bearbeitet, sondern cylinderisch belassen.

Fig. 39.



Die Holzstangen haben im Allgemeinen den Nachtheil, dass sie in der Winterkälte, wenn sie nass aus dem Wasser kommen, leiden, sie erhalten Längsrisse, die sich allmälig erweitern, auch lockern sich die Beschläge. Ausserdem sind sie bei Anwendung des unten zu beschreibenden Fabian'schen Abfallstücks nicht vortheilhaft, wie die Erfahrungen bei den Bohrversuchen zu Königsborn in Westfalen und bei Rohr dargethan haben; die Drehung des Abfallstücks wird wegen der Torsion der Holzfaser nur bis auf bestimmte Tiefe fortgepflanzt, so dass die Arbeit des Krückelführers zu anstrengend wird.

3. Stangen aus hohlen eisernen Röhren.

Das Gestänge aus hohlen eisernen Röhren ist wie das hölzerne zur Verminderung des Gewichtes angewendet worden; es ist dies aber nicht zu verwechseln mit dem von Fauvelle angegebenen und in neuerer Zeit bei dem Diamantbohren und dem Bohren mit gespresstem Wasserstrom angewendeten System, bei dem das ganze Gestänge eine einzige Röhrenleitung bildet. Das hier in Rede stehende Princip ist im J. 1841 Dégoussée in Frankreich patentirt und durch von Oeynhausen wurde für das erste tiefe Bohrloch zu Neusalzwerk[33]) im Jahre 1843 ein solches Gestänge von

[32]) Unger a. a. O. Bd. 7B. S. 17.

[33]) v. Oeynhausen: Ueber das aus Hohleisen zusammengesetzte Bohrgestänge

560 Meter Länge angefertigt und im Jahre 1845 in Betrieb genommen. Er nahm gewalzte eiserne Röhren von 33 Millimeter lichtem Durchmesser, 4 Millimeter Wandstärke und 4,419 Meter Länge, von denen je zwei zu einer Stange von 9,416 Meter Länge zusammengeschweisst wurden, eine solche Stange erhielt unten einen Zapfen mit einer Mutterschraube, oben einen solchen mit einer Vaterschraube; unter der Vaterschraube befindet sich ein Gestämme oder eine Wulst zum Abfangen der Stange (Fig. 40). Zuerst wurden die 785 Millimeter langen Schraubenzapfen schweisswarm in die kalte Röhre getrieben, wobei man sich hüten musste, die Schweissnaht der Röhre aufzureissen, demnächst wurden die Zapfen, mit denen die Aneinanderschweissung zweier Röhren erfolgen sollte, und welche an der Seite des Aneinanderstossens schräg abgehauen waren, in gleicher Weise eingesetzt; dabei bohrte man kleine Löcher in die Röhrenwandung, um der Luft den Austritt zu gestatten, dieselben wurden später wieder zugelöthet. Beim Zusammenschweissen zweier solcher Röhren musste man darauf achten, dass die Stange gerade gerichtet blieb und kein Knie erhielt. Eine solche Stange wog 50 Kilogr., während eine massiv eiserne Stange für dieselbe Arbeitsleistung 67½ Kilogr. wog. Bisweilen hatte während des Bohrens sich durch undichte Stellen Wasser in einzelne Röhren gezogen, was man durch längeres Feuchtbleiben der Aussenfläche wahrnahm; alsdann durchbohrte man die Röhrenwandung, wobei das Wasser herausspritzte; den Verschluss der Löcher und der undichten Stellen bewirkte man durch Löthung. Die Resultate sollen sehr befriedigend gewesen sein, doch ist eine weitere Anwendung später kaum gemacht worden.

Fig. 40.



Ganz ähnlich ist das System von Dégoussée[34]), nur mit dem Unterschiede, dass die Zapfen und die Röhren noch durch zwei Nieten mit einander befestigt werden.

b. Untergestänge.

Während beim Bohren mit steifem Gestänge dasselbe von Oben bis Unten gleichartig zusammengesetzt ist, hat man bei Anwendung der Rutschscheere und der Freifallapparate dem unter diesen Zwischenstücken befindlichen Theil des Gestänges eine ganz andere Gestalt zu geben, als dem oberen; während der obere Theil des Gestänges möglichst leicht sein soll, muss der untere ein so grosses Gewicht haben, dass der Meissel mit einem so bedeutenden Schlagmoment auf die Bohrlochssohle ankommt, um die beabsichtigte Wirkung zu erreichen.

Die grosse Bohrstange oder der Bohrklotz verbindet den fal-

in Karsten u. v. Dechen Archiv 1847. Bd. 21. S. 135. — Strippelmann a. a. O. Erste Auflage. Halle 1877. S. 13. Zweite Auflage. Leipzig 1881.

[34]) Dégoussée, a. a. O. S. 159.

lenden Theil des Freifallapparats oder der Rutschscheere, die Zunge, mit dem Meissel; diese drei Theile zusammen müssen ein solches Gewicht haben, dass das Schlagmoment erreicht wird. Die Länge der Bohrstange muss so bemessen werden, dass das Abfallstück hoch genug über der Bohrlochsohle bleibt, um nicht in den Bohrschlamm hineinzureichen; auch muss die Masse des Bohrklotzes zu der des Meissels im Verhältniss stehen, damit der letztere nicht durch den Schlag leide, am zweckmässigsten ist das Verhältniss der Masse des Meissels zu der des Bohrklotzes wie 1 : 2. Kind wendete bei Bohrlöchern von 262 bis 314 Millimeter Durchmesser eine Bohrstange von 4,75 bis 6,25 Meter Länge an und gab ihr oben 92 Millimeter, unten 98 Millimeter im Quadrat Querschnitt, die Kanten sind gebrochen, das Ganze wiegt 4 bis 9 Centner; der obere Theil ist auf 785 bis 942 Millimeter abgedreht, um die Leitung und den Fallschirm darauf zu bringen. Bei dem Bohrversuche in der Nähe des Dorfes Rohr bei Schleusingen, welcher schon oben erwähnt wurde, hatte der Bohrklotz bei Anwendung des Fabian'schen Abfallstücks ein Gewicht von 6 Centner, der Meissel wog ca. 4 Centner, die Zunge des Abfallstücks 3 Centner, so dass das ganze Schlaggewicht 13 Centner betrug. Klečka wendet bei seinem Abfallstück für ein Bohrloch von 170 Millimeter Durchmesser einen Meissel von 15 Kilogr., eine 65 bis 78 Millimeter starke, 3,766 Meter lange Bohrstange von 125 Kilogr. Gewicht an, für einen Meissel von 209 bis 262 Millimeter Breite und 25 bis $37^1/_2$ Kilogr. Gewicht eine Stange von 4 bis 6 Centner Schwere. Müldner[35]) giebt als Regel an, dass die Bohrstange auf 1 Millimeter Durchmesser des Bohrlochs 1 Kilogr. schwer sein solle, sie dürfe nicht unter 2 Meter lang sein, damit die darüber befindliche Bohrscheere stets über dem Bohrschlamm sich befinde; er empfiehlt die Bohrstange nach Oben zu verjüngen, wodurch der Schwerpunkt tief zu liegen kommt, was dem senkrechten Fall des Meissels zu statten kommt.

Die Verbindung des Meissels mit dem Bohrklotz mittelst Schrauben ist unzweckmässig, die Schrauben halten nicht fest und stauchen sich, lassen sich schwer abschrauben und brechen; vor Allem ist es sehr schwierig, beim jedesmaligen Wiederanschrauben des Meissels ihn in die richtige Achse des Gestänges einzubringen. Deshalb ist man zuerst bei den Bohrversuchen auf der Saline Schönebeck, später ganz allgemein zu einer Zapfen- und Muffenverbindung übergegangen, welche sich vorzüglich bewährt hat[36]).

Der Meissel erhält (vgl. Fig. 30. 31) oben einen konischen Zapfen von 157 Millimeter Länge, von 92 Millimeter unterem, 65 Millimeter oberem Durchmesser, auf den Zapfen passt genau der Bohrklotz mit einer Muffe oder Tute, welche so lang sein muss, dass der Zapfen nicht auf den Boden

[35]) Müldner in Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins für Steiermark und Kärnthen. 1877. S. 325.

[36]) v. Seckendorff a. a. O. Bd. 1 B. S. 75.

der Tute aufstösst; im Zapfen und in der Tute befindet sich ein rechteckiges Loch, durch welches ein stählerner Keil gesteckt wird, der an der einen Seite einen Kopf, an der andern ein Splintloch mit einem Splintstift hat. Das Ganze ist von gehöriger Steifigkeit, der Meissel wird nach jedesmaliger Lösung immer wieder in die unveränderte Achsenlage eingebracht und die Lösung geht leicht und schnell vor sich. Statt des Splintes wendet man auch wohl einen Hilfskeil an, welcher von der entgegengesetzten Seite eingetrieben den Hauptkeil festhält. Splint sowohl, wie Hilfskeil geben keine genügende Sicherheit, sie werden bei der Bohrarbeit locker; deshalb benutzte man bei dem Bohrversuche in der Nähe von Rohr[37]) einen Keil, welcher aus zwei gleichen, aufeinander geschweissten Stücken bestand, die Schweissnaht ging auf der kurzen Seite des Keils in seiner Längsrichtung hindurch; nach dem Eintreiben des Keils in das Muffenloch wurde er in der Schweissnaht aufgespalten und so der Keil festgehalten; hatte sich der Keil gelockert, so öffnete man den Spalt weiter. — Bei

Fig. 41.

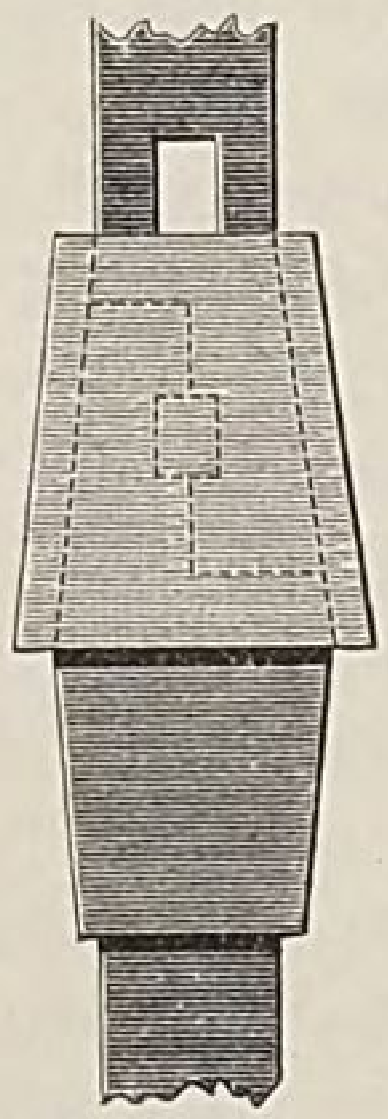
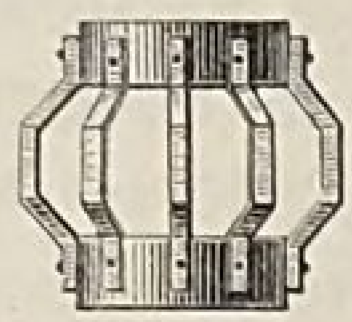


Fig. 42.



einem 31 Centimeter weiten Bohrloche zu Lütgeneder[38]) in der Nähe von Warburg blattete man Bohrklotz und Meissel zusammen und zog darüber einen konischen Ring, der sich indess bald ausweitet, man machte ihn zuletzt 26 Millimeter stark, 262 Millimeter lang von Gussstahl (Fig. 41). — Man hat sogar auch Gabel- und Blattverbindungen angebracht, die indess hier, wo es auf die grösste Sicherheit der Befestigung ankommt, noch weniger zu empfehlen sind, als bei dem Obergestänge. — Zur Vermeidung von Nachtheilen durch Brüche an der Verbindungsstelle hat Kind Sicherheitsschienen angewendet, mittelst deren Meissel und Bohrklotz verbunden werden, sie sind bestimmt, beide Theile noch zusammen zu halten, wenn an der Verbindungsstelle eine Lösung stattgefunden hat; beim Bruch

[37]) Unger a. a. O. Bd. 7 B. S. 17.

[38]) Grund: Die Bohrversuche auf Steinsalz bei Scherfede und Lütgeneder in Westfalen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 9 B. S. 161.

von Meisselschrauben haben sie sich als praktisch bewährt, bei Muffenverbindung ist ein Bruch weniger zu fürchten, weshalb hierbei die Schienen überflüssig sind.

Zur Geradführung des Untergestänges sind auf dem Halse des Bohrklotzes Leitungen aufgesetzt, welche bestimmt sind, an den Bohrlochswänden eine Führung herzustellen. Früher machte man die Leitungen massiv tonnenförmig aus Eichenholz mit gebrochenen Kanten; sie hatten den Nachtheil, dass sie bei Klemmungen des Meissels nicht nachgeben und zerbrechen konnten und daher die Klemmungen vermehrten. Rost und Kind wendeten daher Leitkörbe an, bei denen ein oberer und unterer Ring durch tonnenförmig gebogene, eiserne Bänder verbunden sind, welche bei Klemmungen sich zusammenbiegen oder brechen und deshalb die eingetretenen Uebelstände nicht vermehren (Fig. 42). Der Leitkorb wird auf dem oberen, abgedrehten Theil des Bohrklotzes angebracht, auf dem er beim Auf- und Abgehen des Bohrklotzes leicht spielen kann. Vielfach versieht man mit derartigen Leitkörben auch das Obergestänge, um jeder Schwankung des Gestänges aus der Achse des Bohrlochs entgegenzuwirken. Müldner[39]) ist der Ansicht, dass zwei entsprechend gebogene eiserne Arme als Leitung genügen; er bringt aber dieselben an die Hülse des Abfallstücks an und macht zur Bedingung, dass die Schneide des Meissels rechtwinkelig gegen die Leitarme steht, indem alsdann durch die letztere und die Backen der Meisselschneide die Geradführung des Unterzeuges bewirkt wird.

Unterhalb des Leitkorbes, auf der durch das Abdrehen hergestellten Brust des Bohrklotzes sitzt der von Rost angegebene Fallschirm, aus drei Lederklappen bestehend, welche oben und unten mit Eisenblech beschlagen sind; die mittlere Lederklappe hat nahezu den Durchmesser des Bohrlochs, die beiden anderen sind ein wenig kleiner. Der Fallschirm hat den Zweck, bei Gestängebrüchen, welche während des Einlassens oder Aufholens entstehen können, das Fallmoment des niedergehenden Bohrzeuges zu mässigen und dadurch einen starken Schlag des Meissels auf die Bohrlochssohle zu verhindern, wodurch sonst weitere Brüche hervorgerufen werden würden. Er hemmt aber beim ordnungsmässigen Gange der Arbeit den freien Fall des Untergestänges.

c. Zwischenstücke.

Die langen, schweren Gestänge waren ein grosses Hinderniss für schnelles Vorrücken der Bohrarbeit, ja häufig überhaupt für das Gelingen derselben: das Gewicht des Gestänges nahm bei grösserer Tiefe beträchtlich zu, das Einlassen und Ausholen nahm bedeutende Zeit in Anspruch, die Bohrlochswände wurden durch das Schleudern der Stangen zerstört, aber vor allen Dingen die häufigen Brüche, welche durch das Fortpflanzen des

[39]) Müldner in Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins für Steiermark und Kärnthen. 1877. S. 325.

Schlages beim Aufsetzen des Meissels veranlasst wurden, bewirkten unzählige Stockungen, oft gänzliche Einstellung der Arbeit. Es musste darauf Bedacht genommen werden, den unteren Theil des Gestänges vom oberen zu trennen, das nöthige Schlaggewicht in jenes allein zu legen und den oberen Theil so leicht als möglich herzustellen; als solche Mittel wurden zuerst die Rutschscheere und später die Freifallapparate ersonnen.

1. Die Rutschscheere oder das Wechselstück.

Das Verdienst, diesen für die Bohrkunst so überaus wichtigen Weg gebahnt zu haben, gebührt dem verstorbenen Berghauptmann von Oeynhausen, welcher die Rutschscheere im Jahre 1834 in dem tiefen Bohr-

Fig. 43.

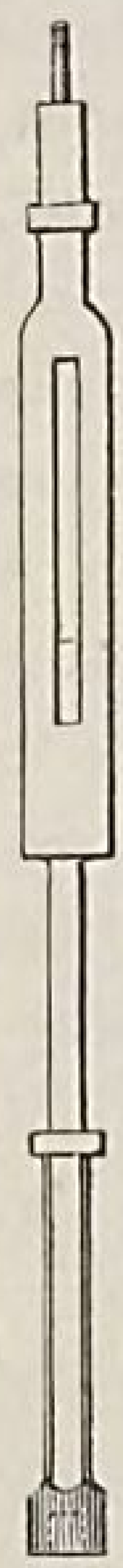


Fig. 44.

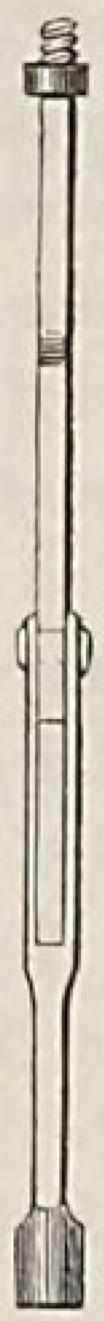
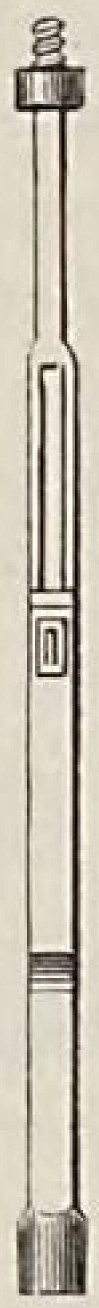


Fig. 45.



loch zu Neusalzwerk zuerst anwendete[40]). Dieselbe, Fig. 43, besteht aus zwei Theilen: der obere, mit dem Obergestänge verbunden, ist ein cylinderförmiges oder parallelepipedisches Stück, welches der Länge nach mit einem Schlitz und unten mit einem Ringe versehen ist, durch diesen hindurch geht die Zunge, an welcher das Untergestänge befestigt ist, und welcher oben mit einem Knopf endet, der in dem Schlitz Spielraum hat. Beim Einlassen hängt das Untergestänge mittelst des Knopfes auf dem Ringe des oberen Scheerentheils; wenn der Meissel aufschlägt, folgt das Obergestänge langsam nach, ohne dass der Schlag auf dasselbe wirkt, indem die Scheere an den Knopf herabrutscht; dabei muss man sich so einrichten, dass der Schlitz etwas länger ist, als der Hub, damit der Scheerenkopf nicht auf den

[40]) Strippelmann a. a. O. 1877. S. 12. Zweite Aufl. Leipzig 1881. — Soulié et Lacour: Matérial et Procédés de l'Exploitation des Mines. Paris p. 73. 74.

Knopf aufstosse. Beim Anheben greift der Ring des oberen Theils unter den Knopf und nimmt so das Untergestänge wieder mit in die Höhe. Kind gab der Rutschscheere eine andere Anordnung, Fig. 44. 45. Bei derselben ist der geschlitzte obere Theil durch den unteren gabelförmig umfasst, durch die Gabel und den Schlitz geht ein fester Bolzen, an dem sich der obere Theil auf- und abwärts schieben kann. Die Wirkung ist dieselbe, wie bei der vorbeschriebenen Construction.

Um das Obergestänge langsam und ohne Schlag herabgleiten zu lassen, gab man ihm am Kraftarm des Bohrschwengels ein Gegengewicht, und zur Regelung des Hubes d. h. zur Vermeidung des Aufpralls des Obergestänges auf den Knopf oder den Bolzen des Untergestänges brachte man eine Prellfeder an, auf welche der Schwengel aufschlägt, wodurch der weitere Fall des Obergestänges regulirt wird.

Dessenungeachtet kamen noch häufig Brüche, namentlich in dem Knopf, beziehungsweise Bolzen der Rutschscheere vor, so dass man dieselbe bei der eigentlichen Bohrarbeit, nachdem man bessere und vollständigere Apparate erfunden hatte, nicht mehr benutzt. Noch in neuerer Zeit im Jahre 1867 hat Ermeling einen Apparat construirt, welcher den Zweck hat, das Obergestänge von dem Schlage des Untergestänges frei zu machen, indem er zwischen beide eine Büchse einfügt, welche mit einem elastischen Körper erfüllt ist, auf welchen das Untergestänge bei seinem Niederfall wirkt[41]); der Apparat kann noch weniger als die Rutschscheere den beabsichtigten Zweck erreichen. Nur wenn das Bohrloch viel Nachfall hat, oder wenn man Unregelmässigkeiten in den Bohrlochswänden beseitigen will, oder beim Erweitern des Bohrlochs zur Einführung von Röhrentouren, oder beim Löffeln, um beim Festsitzen des Löffels Schläge geben zu können — also überall da, wo es sich darum handelt, durch kurze Schläge zu wirken, wendet man das Wechselstück noch ausnahmsweise an.

2. Freifallapparate[42]).

Vollkommen war der Zweck, das Untergestänge von dem Obergestänge möglichst unabhängig zu machen, durch die Rutschscheere noch nicht erreicht, dies geschah erst durch Einführung der verschiedenen Freifallapparate, zu welchen jene den Weg gebahnt hatte.

aa. Freifallinstrument von Kind[43]).

Wiewohl Rost sich die Erfindung dieses Apparates zuschreibt, so ist er doch von Kind früher, als von Rost ausgeführt und zum ersten Male

[41]) Annales des mines. 7 série. tom. II. p. 270.

[42]) Strippelmann a. a. O. 1877. S. 13. 57. 88. 126. Zweite Aufl. Leipzig 1881.

[43]) v. Seckendorff, Bergwerksfreund. Bd. 7. S. 285. 567. — Beer, Erdbohrkunde S. 79 ff. — v. Seckendorff, Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 1 B. S. 72. — Unger, ebenda. Bd. 7 B. S. 14. — Ebenda Bd. 7 C. S. XX. — Soulié et Lacour a. a. O. p. 76.

1845 bei einem Bohrversuche zu Mondorf angewendet worden. Die neuere, von Kind verbesserte Construction ist durch untenstehende Figuren verdeutlicht, von denen Fig. 46 eine Seitenansicht, Fig. 47 den innern Mechanismus nach Beseitigung einer Scheerenbacke darstellt. Der Apparat besteht aus zwei Haupttheilen, aus der Scheere und der Zunge. Die Zunge

Fig. 46.

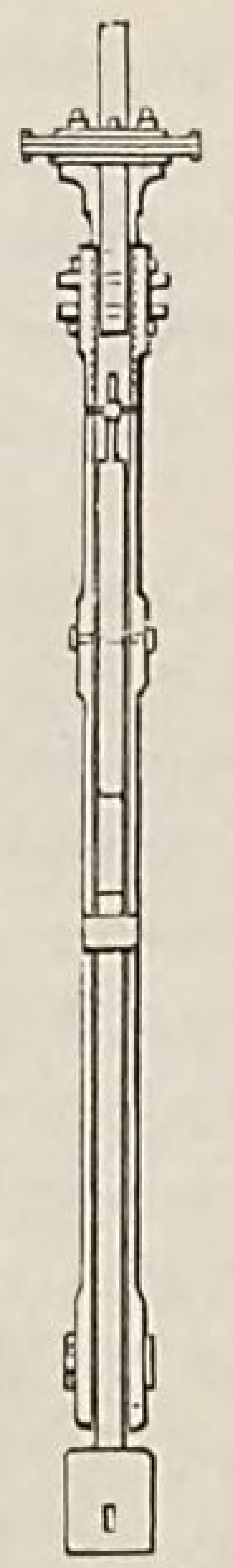
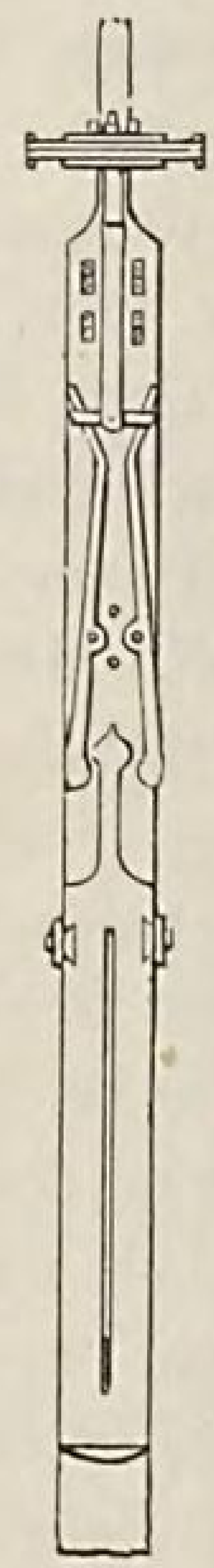


Fig. 47.



hat dieselbe Breite wie die Scheerenbacken, sie ist in der Mitte mit einem Schlitz versehen, mit welchem sie über den am unteren Ende der Scheerenbacken befindlichen Leitbolzen auf- und niedergleiten kann; am unteren Ende ist die Tute angebracht, in welcher sie die Schraube des Bohrklotzes aufnimmt, oben geht sie in ein Köpfchen über, dessen Form sorgfältig gewählt werden muss, um das Greifen der Zange präcise geschehen zu lassen. Die Scheere oder Zange wird aus zwei Backen gebildet, welche oben durch ein Halsstück, unten durch einen Leitbolzen zusammengehalten werden, zwei Stifte, auf der innern Seite einer Backe aufgenietet, hindern das zu feste Aufschrauben der anderen Backe; durch den Hals hindurch geht eine Spindel, auf welcher oben das sog. Hütchen sitzt, nach Unten verlängert sich die Spindel in den zangenförmigen Greifapparat, dessen Klauen so construirt sein müssen, dass sie das Köpfchen der Zunge präcise fassen; die Construction dieser Theile hat sich nach der Beschaffenheit des Gebirges zu richten, der Winkel der unteren Bahnen des Köpfchens muss sich dem rechten nähern, wenn das Gebirge stark an dem Meissel anhängt. Rust hat bei einem Bohrversuch zu Dürkheim diesem wichtigen Theile des Apparats besondere Aufmerksamkeit zugewendet und ihn so construirt, dass

einerseits das Greifen des Köpfchens völlig exact erfolgen kann, andrerseits zum Lösen der Zange eine nicht allzu grosse Kraft erforderlich ist, wie es beim ursprünglichen Apparat von Kind der Fall ist, bei welchem gerade aus diesem Grunde, um den nöthigen Druck des Wassers auf das Hütchen zu erreichen, dieses von solcher Grösse genommen werden muss, dass es den vollen Bohrlochsquerschnitt ausfüllt, was andrerseits seine Nachtheile hat[44]). Das Hütchen besteht aus mehreren Lederscheiben, welche genau der Bohrlochsweite entsprechen müssen, weshalb sie, um nicht durch Reiben an den Bohrlochswänden sich zu schnell abzunutzen, mit dünnem Eisenblech an den Rändern versehen werden; über und unter den Lederscheiben werden kleinere Eisenblechscheiben aufgelegt, um dem Ganzen Steifigkeit zu geben. Wenn man den Greifapparat nicht arbeiten lassen will, kann man das Instrument auch als Rutschscheere benutzen, indem man den Hub verkürzt und so bewirkt, dass die Zange das Köpfchen nicht erreicht, der Leitungskeil der Scheere also nach dem Aufsetzen des Meissels in dem Schlitz der Zange hinuntergleitet, wozu man bei häufigem Nachfall beim Klemmen des Meissels u. s. w. übergehen muss: dies thun zu können, ist ein wesentlicher Vorzug der neuen Construction vor der älteren, man nennt dieses Verfahren „Bohren am Ringe oder in der Scheere.“

Beim Einlassen und Aufholen des Bohrzeuges darf man die Zunge nie im Greifapparat, sondern man muss sie immer in der Scheere hängen lassen, weil andernfalls während der Arbeit das untere Zeug leicht abfallen kann und dadurch schwere Brüche entstehen. Wenn der Meissel in solcher Weise auf der Bohrlochssohle angelangt ist, wird das Gestänge so tief gesenkt, dass der Greifapparat das Köpfchen der Zunge fasst, demnächst der Hub regulirt und die Arbeit begonnen, indem der Schwengel niedergedrückt, also das ganze Bohrzeug gehoben wird, wobei es die Schwengelarbeiter nur mit dem Gewicht des Untergestänges zu thun haben, da das des Obergestänges einschl. das der Scheere am Abfallstück durch Conterbalancier abbalancirt ist. Beim Heben des Bohrzeuges drückt das Wasser, ohne dessen Vorhandensein dieses Instrument überhaupt nicht anwendbar ist, das Hütchen nach Unten, wodurch die Zange geschlossen bleibt, also das Unterzeug mit gehoben wird. In dem Augenblick, wo der Hub vollendet ist und der Kraftarm des Bohrhebels wieder in die Höhe geht, senkt sich das Bohrzeug nach Unten, der Druck des Wassers wirkt jetzt von Unten nach Oben gegen das Hütchen, hebt dasselbe, in Folge dessen der Greifapparat sich öffnet und das Untergestänge fallen lässt, welches bis zur Bohrlochssohle sinkt. Die Schlitzhöhe in der Zunge muss so regulirt werden, dass dieselbe beim Fallen nicht auf den Leitklotz aufschlägt. Sobald das Obergestänge beim fortgesetzten Sinken den tiefsten Punkt erreicht hat und die umgekehrte Bewegung wieder annimmt, greift die Zange das Köpfchen der Zunge, und das Spiel beginnt von Neuem. Durch Anbringung

[44]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1879. S. 538.

von Prellfedern, gegen welche der Schwengel prallt, wird das Oeffnen des Greifapparats befördert und exacter ausgeführt.

Das Instrument wird aus Schmiedeeisen hergestellt, Köpfchen und Zangen aber müssen aus Stahl gefertigt sein, weil sie sich am schnellsten abnutzen. Das Untergestänge muss so lang sein, dass das Hütchen über dem Bohrschmand zu stehen kommt, weil sonst sein Spiel beeinträchtigt wird. Das Hütchen leistet auch Dienste als Fallschirm und zwar besser, als der Fallschirm auf der grossen Bohrstange, dessen Anwendung hier ganz überflüssig ist.

So vortheilhaft das Instrument wirkt, so ist doch seine Anwendbarkeit nur dann möglich, wenn Wasser im Bohrloche ist, was übrigens meistens der Fall. Hierbei entstehen aber starke Strömungen, wodurch an den Wänden gewaschen und die Bildung von Nachfall und Weitungen befördert wird. Bei stärkerem Nachfall, welcher sich auf dem Hütchen anhäuft, versagt dieses den Dienst und das Instrument wird unbrauchbar[45]; eben so arbeitet in schlammigem Wasser der Greifapparat nicht gehörig, und wenn das Hütchen in Weitungen steht, also nicht mit den Bohrlochswänden abschliesst, hört seine Function auf, was man dadurch beseitigen kann, dass man unter dem Instrument eine Stange einschaltet, um das Hütchen über die Weitungen zu stellen.

Gegen Nachfall und Weitungen wendet v. Seckendorff den Hütchencylinder[46] an. Ein Cylinder von Kupfer- oder Eisenblech, ca. 1,883 Meter hoch, umschliesst das Hütchen so, dass er mit seinem unteren Rande etwa 471 Millimeter unter dem Hütchen steht, der Durchmesser des Cylinders und des Hütchens braucht nur 131 Millimeter zu sein, da die Weite des Bohrlochs nicht mehr bestimmend wirkt; oben ist der Cylinder mit einem Drahtnetz geschlossen, um den Nachfall abzuhalten. Auch die übrigen bezeichneten Störungen fallen bei Anwendung des Cylinders geringer aus.

bb. Abfallstück von Fabian[47]).

Das Instrument Fig. 48 ist einer Rutschscheere ähnlich, lässt aber den vollständig freien Fall des Untergestänges zu. Es besteht aus zwei Theilen; der obere, mit dem Obergestänge verbundene, ist ein hohler Cylinder, der untere, die mit dem Untergestänge verbundene Zunge, ein genau abgedrehtes Stangenstück. Der Cylinder erhielt bei der ersten Anfertigung in seinen Seitenwänden vier, paarweise sich gegenüberstehende Schlitze, welchen entsprechend die Zunge oben mit vier, einen Quirl bildenden An-

45) Engelhardt: Die Tiefbohrung auf dem Rothenberge bei Wersen. Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 7 B. S. 40.

46) v. Seckendorff in Bergwerksfreund. Eisleben 1860. Bd. 22. S. 473.

47) Fabian, ein Abfallstück am Bohrgestänge, Karsten u. v. Dechen Archiv. 1848. Bd. 22. S. 207. — Müldner in Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins für Steiermark und Kärnthen. 1877. S. 325.

sätzen versehen war, an denen der Cylinder in seinen Schlitzen auf und nieder zu schieben ist. Die Schlitze haben an ihrem oberen Ende gut verstählte Keilsitze, auf welche sich die ebenfalls verstählten Keilansätze oder Flügel der Zunge aufsetzen konnten. Der Cylinder besteht aus vier einzelnen, gleichen und genau gegen einander gepassten Stücken, die oben zusammen eine Vaterschraube bilden und durch eine starke Mutterschraube zusammengehalten werden, am unteren Ende aber durch einen von unten warm aufgetriebenen Ring mit einander zu einem Ganzen verbunden sind, nachdem das Quirlstück in die Schlitze eingeführt ist; alle Theile werden aus dem Ganzen geschmiedet. Die Grösse und Stärke des Instruments richtet sich nach dem Durchmesser des Bohrlochs, weil hiervon die Schwere des Untergestänges und demnächst die Stärke der Flügel am Quirl abhängt. Die Schlitze müssen eine dem Hube entsprechende Länge haben, also länger als die Hubhöhe sein, damit kein Aufsetzen des oberen Stückes stattfinden kann. Um das Instrument vor dem Eindringen des Bohrschmands in den Cylinder zu schützen, muss es in angemessener Höhe angebracht werden, wird zu dem Ende auch wohl ganz mit einem Blechcylinder umgeben.

Fig. 48.



Die Manipulation ist folgende. Wenn der Meissel nach dem Einlassen des Gestänges vor Ort steht, so ruhen die Flügel der Unterstange auf dem unteren Ringe des Cylinders, wobei der Kraftarm des Bohrhebels sich in seinem tiefsten Stande befindet. Sobald die Arbeiter diesen Arm loslassen, geht das Obergestänge hinunter, der Cylinder schiebt sich, so weit die Höhe der Schlitzöffnungen es gestattet, über den abgedrehten Stangentheil hinunter, es gleitet also an den Flügeln des Quirls abwärts. Diese finden am oberen Ende der Schlitze eine kleine Abschrägung und rücken mit Hilfe derselben in die Ansätze ein, wobei eine unbedeutende Drehung des Obergestänges erfolgt und zwar in Beziehung auf die Schraubengewinde der Bohrstangen nach Links. Wird nunmehr der in die Höhe gegangene Kraftarm des Bohrhebels niedergedrückt, haken sich die Flügel auf den Ansätzen fest und das Untergestänge geht mit dem Obergestänge in die Höhe. Sobald der Bohrhebel den tiefsten Stand erreicht hat, muss der Bohrmeister beim Umsetzen des Krückels einen scharfen Ruck und zwar nach Rechts geben, wobei die Flügel aus den Schlitzerweiterungen herausgleiten und das Untergestänge frei herabfällt, indem die Schlitze die Führung für die Flügel abgeben.

Bei späteren Constructionen hat man den Cylinder nicht mehr vierbeinig, sondern nur dreibeinig oder auch nur zweibeinig geschlitzt, dem entsprechend also auch das Unterstück nur mit 3 oder 2 Flügeln versehen, um die Summe der Reibung der Flügel auf den Schlitzansätzen beim Abwerfen zu verringern. Man hat dabei die Form der Flügel und der Sitze

allmälig so gewählt, dass die Reibung auf das geringste Maass herabgeführt und das Abwerfen nach Möglichkeit erleichtert wurde.

Das Abwerfen ist sehr anstrengend für den Krückelführer und hindert die Arbeit; wendet man Holzstangen für das Obergestänge an, so kann die Torsion des Holzes das Abwerfen so erschweren, dass die fernere Anwendung des Instruments unmöglich wird. Bei dem Bohrversuche unweit des Dorfes Rohr fand man die Gränze der Anwendbarkeit des Fabian'schen Instruments unter Benutzung von Holzstangen in 157 Meter Bohrlochstiefe[48]); dagegen hat man bei Wersen in der Nähe von Ibbenbüren in einem Bohrloch von 235 Millimeter Durchmesser unter Anwendung des Fabian'schen Instruments und von Holzstangen bis 410 Meter Tiefe gebohrt[49]), ebenso bei Lütgeneder und Scherfede bis 422, beziehungsweise 417 Meter[50]), bei Spergau in der Nähe von Dürrenberg sind sogar 628 Meter Tiefe erreicht worden[51]), allerdings bei einem auf 196 Millimeter und später auf 131 Millimeter abgesetzten Bohrlochsdurchmesser.

Bei den Bohrversuchen zu Schöningen machte man die Erfahruug, dass man mit dem Instrument von Kind in der Minute 30 bis 35 Schläge, mit dem von Fabian nur 25 machen konnte, dabei ging das Umsetzen mit dem ersteren spielend, mit dem anderen nur unter grosser Anstrengung, ausserdem konnte man mit dem Fabian'schen nur höchstens 628 Millimeter Hub geben, während das Kind'sche 641 Millimeter erlaubte. Bei dem Bohrloch No. 4 zu Elmen erforderte unter Anwendung von Menschenkraft 26 Millimeter abzubohren mit Fabian'schem Instrument 0,460 Stunden und 404,3 Hübe, mit Kind'schem 0,372 Stunden und 242,5 Hübe; da das Gebirge durchaus unverändert war, so lässt sich der beträchtlich geringere Effect des Fabian'schen Instruments nur dadurch erklären, dass man das regelmässige Umsetzen nicht völlig in der Gewalt und mehr Fehlhübe zu machen hat. Diesen Erfahrungen entgegen konnten in dem oben erwähnten Bohrloch bei Lütgeneder mit dem Fabian'schen Instrument 10 Arbeiter bei 471 Millimeter, mit dem Kind'schen aber nur 12 Arbeiter bei 392 Millimeter Hub arbeiten, was mit dem letzteren einen Mehraufwand an Kraft von 44 Procent ergiebt; indessen ist jedenfalls der einzelne Schlag beim Kind'schen Apparat kräftiger, weil das Unterzeug ruhiger abfällt, wogegen beim Anheben das Gewicht der Wassersäule hemmend auf dem Hütchen lastet, was indess bei Anwendung von Maschinenkraft unerheblich ist.

In Bezug auf den Kostenpunkt des Instruments ist das Fabian'sche dem Kind'schen viel vorzuziehen: bei dem Bohrversuche zu Rohr kostete das Fabian'sche bei 88 Kilogr. Gewicht ca. 240 Mark, die drei Kind'schen von 306½, 300¾ und 259½ Kilogr. Gewicht 1530, 1350 und 1296 Mark.

48) Unger, a. a. O. Bd. 7 B. S. 18.

49) Engelhardt, ebenda Bd. 7 B. S. 41.

50) Grund, ebenda Bd. 9 B. S. 166.

51) Ebenda Bd. 11 A. S. 211.

Eine zweckmässige Vervollkommnung des Fabian'schen Instruments ist die Arretirung, durch welche das Unterstück beim Einhängen festgestellt werden kann; würden die Flügel des Quirlstücks auf den Sitzen an den oberen Enden der Schlitze ruhen, so könnten sie beim Einhängen sehr leicht plötzlich abrutschen, wodurch sehr gefährliche Brüche entstehen können. Ausserdem ermöglicht das Feststellen des Unterstücks das Bohren mit steifem Gestänge, was zuweilen nothwendig werden kann. Die Arretirung soll nach Beer[52]) von Emanuel Klečka in Böhmen im Jahre 1840 zuerst angewendet worden sein. Dieselbe besteht in ähnlichen Erweiterungen der Schlitze unmittelbar oberhalb des unten schliessenden Ringes, wie sie sich am oberen Theile der Schlitze finden, so dass die Flügel oder Fangnasen hier eingeklemmt werden können; die Erweiterungen der Schlitze am unteren Ende sind nach entgegengesetzter Seite wie oben anzubringen.

Eine unzweckmässige Arretirung in den oberen Sitzen mittelst eines vom Tage her zu bewegenden Schiebers liess sich Rost i. J. 1849 patentiren. Eine sehr complicirte Arretirung mit Spiralfeder und Stossscheibe mit Sperrzähnen, welche das eingeklemmte Stück festhalten, ist von Wlach[53]) angegeben.

Ein modificirtes Fabian'sches Abfallstück mit Auslösevorrichtung hat sich Rost i. J. 1849 patentiren lassen[54]). Die Auslösevorrichtung hat die Form eines Bajonetteschlosses: der Quirl der Unterstange hat hier nur zwei Flügel und dem entsprechend die obere Scheere auch nur zwei Schlitze, die letzteren haben unten oberhalb des Schlussringes eine Erweiterung, in welche die Fangnasen bei einer Vierteldrehung des Scheerenstückes hineinschieben und festsitzen. Unterhalb der Erweiterung setzen die Schlitze durch den Ring hindurch fort, so dass man die Unterstange ganz von dem Scheerenstück trennen kann, was bei dem ursprünglichen Fabian'schen Instrumente nicht möglich. So vortheilhaft es ist, in jedem Augenblick die Unterstange untersuchen und repariren zu können, erfordert diese Einrichtung doch grosse Vorsicht und Aufmerksamkeit des Bohrmeisters, weil er sonst während des Bohrens das Unterzeug leicht verlieren kann. Auch wird durch diese Vorrichtung das Instrument länger, weil die Auslösungsvorrichtung zu der sonst für den Hub erforderlichen Länge der Schlitze noch hinzutritt. Bei den Bohrversuchen zu Scherfede und Lütgeneder[55]) hat man das Fabian'sche Instrument mit Auslösevorrichtung vortheilhaft angewendet.

Eine Abänderung des Fabian'schen Instruments ist durch Werner er-

[52]) Beer, Erdbohrkunde. S. 100.

[53]) Beer, a. a. O. S. 105; auch österreichische Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen von v. Hingenau. Jahrg. 5. S. 198.

[54]) Beer, a. a. O. S. 97; auch berg- u. hüttenm. Zeitung v. Hartmann. Jahrg. 8 (1849). S. 295, ebenda Jahrg. 11 (1852). S. 813.

[55]) Grund a. a. O. Bd. 9 B. S. 154.

folgt[56]). Derselbe will es von dem Bohrmeister unabhängig und selbstfallend machen und benutzt dazu, wie Kind, das Lederhütchen, so dass sein Instrument nur in Bohrlöchern mit Wasser brauchbar ist, überhaupt nur da angewendet werden kann, wo das Hütchen das Spiel nicht versagt; dagegen ist der Kind'sche Greifapparat beseitigt, wodurch das Instrument brauchbarer wird, als das Kind'sche.

Die runde Unterstange hat an ihrem oberen Ende zwei Flügel; das obere Stück besteht aus zwei Schienen, welche geschlitzt sind und am oberen Theile der Schlitze Keilsitze haben, wie beim Fabian'schen Instrument. Auf dem Halse des Oberstücks ist ein Fallschirm oder das Hütchen angebracht, an welches, rechtwinkelig gegen die geschlitzen Schienen, zwei andere kürzere, unten durch einen Ring geschlossene Schienen befestigt sind. Auf der innern Seite jeder dieser Schienen ist ein stählener Stossbacken angenietet; andererseits hat das Quirlstück ausser dem gewöhnlichen Fangkeil noch einen zweiten, etwas tiefer und um etwa 70 Grad gegen den ersten verwendet stehenden Keil, den Stosskeil. Wenn der Meissel auf der Bohrlochssohle angelangt ist und nunmehr das Obergestänge weiter abwärts geht, gleitet das Scheerenstück in seinen Schlitzen an den Fangkeilen nach Unten, wobei der Stosskeil an den Stossbacken vorbeigleitet, indem sich zugleich der Fallschirm auf den Nacken des Scheerenstücks auflegt. Sobald die Fangkeile in die Sitze am oberen Ende der Schlitze eingegriffen haben, erfolgt das Heben des ganzen Gestänges, wobei der Fallschirm seine Stellung unverändert beibehält und sie auch noch inne hat in dem Moment, wo der Bewegungswechsel am Schwengel, also der Gang des Gestänges nach Unten eintritt. In diesem Moment gleitet der Stosskeil an dem Stossbacken nach Unten, bewirkt dadurch eine Drehung des Untergestänges, somit eine Lösung der Fangkeile aus ihren Sitzen und den freien Fall des Unterzeuges, so dass also das lästige Abwerfen desselben durch den Krückelführer beseitigt ist.

Das Instrument hat wegen des Fallschirms die Nachtheile des Kind'schen Apparats, fällt auch schwer und gross aus, ist aber weniger complicirt und zerbrechlich, als das Kind'sche. Der Effect dieser seit 1856 bei wenigen Bohrversuchen in Gebrauch genommenen Einrichtung ist, soweit bekannt, nicht erprobt, wiewohl der Erfinder dieselbe sehr empfiehlt.

Denselben Zweck verfolgt die Einrichtung von Wilcke am Fabian'schen Abfallstück[57]). In dem Mantel sind rechtwinkelig gegen die beiden Schlitze cd (Fig. 49. 50. 51), in welchen sich die Fangkeile bb bewegen, zwei Nuten efgh und zwar dreimal so weit als der Absatz ik und 10 Centimeter länger als die Schlitze cd angebracht; die Abfallstange AB wird

[56]) Werner, verbesserter Fabian'scher Freifallbohrapparat in Bergwerksfreund Bd. 21. S. 273.

[57]) Wilcke in berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl und Wimmer. Leipzig 1875. S. 4.

5 Centimeter über den Fangkeilen und rechtwinkelig gegen diese durchbohrt und in das Loch ein Bolzen a eingeführt; über den Cylinder wird ein Mantel DD geschoben, dessen oberer Rand mit einem ledernen Fallschirm geschlossen und dessen unterer Rand aus dem Ringe E gebildet wird. In den Mantel werden zwei Nuten ep so eingestemmt, dass die Ab-

Fig. 49.

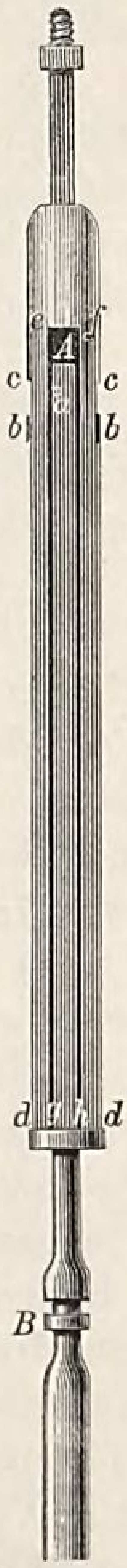


Fig. 50.

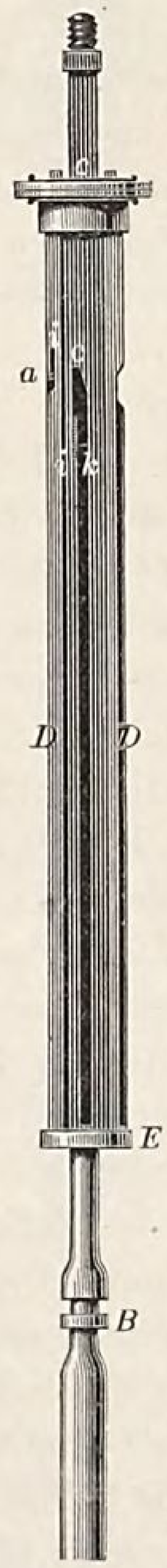
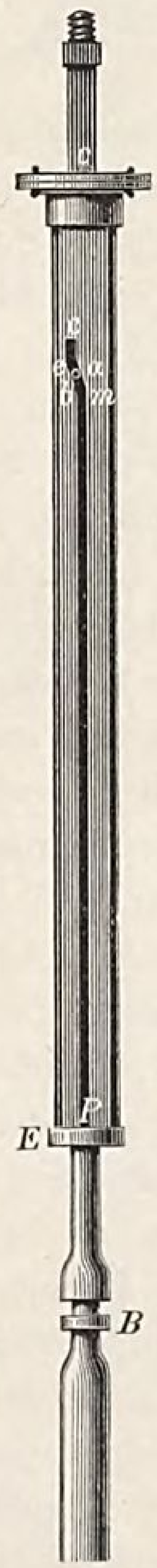


Fig. 51.



scisse lm des oberen gekrümmten Theiles der Curve em um 5 Millimeter grösser ist, als der Absatz ik. Wenn der Fallschirm und somit der äussere Mantel sich frei am Gestänge auf- und abbewegen kann, wird derselbe bei einem Senken des Gestänges hängen bleiben, während das letztere mit Bohr- und Abfallstück sich abwärts bewegt. Indem der äussere Mantel sich nicht drehen kann, der Dorn a aber mit dem Gestänge tiefer sinkt, wird letzterer sich in der Curve em bewegen müssen, den Bohrer und

Klotz zwingen, sich zu drehen, wodurch der Fangkeil b vom Absatz ik abrutscht und somit der Bohrer mit dem Bohrklotz frei herabfällt. Sobald das Scheerenstück des Apparats auf dem Bohrklotz angelangt ist, wird a in der Nute ef wieder hochgehen, der Bohrklotz durch die Curve em eine rückgängige Bewegung zu machen gezwungen sein und der Fangkeil b sich wieder auf den Absatz ik aufsetzen. Ueber eine Anwendung des Apparats wird nichts berichtet.

cc. Abfallinstrumente neuerer Construction.

Der Oberbohrinspector Zobel zu Elmen bei Schönebeck, welcher früher die auf fiscalische Kosten betriebenen Bohrversuche in Preussen zu beaufsichtigen hatte, ist durch seine vielfachen Erfahrungen darauf hingeführt worden, ein neues Abfallstück zu ersinnen, welches ihm im Jahre 1859 patentirt ist[58]).

Fig. 52 ist eine Seitenansicht nach der breiten, Fig. 53 eine solche nach der schmalen Seite, Fig. 54 ein Durchschnitt, Fig. 55 bis 58 sind Regulirungstheile im Detail dargestellt. Das Instrument besteht aus vier Hauptheilen, nämlich aus dem Oberstück a, welches sich an das Obergestänge anschliesst; mit demselben sind durch vier Paar Doppelkeile 1 verbunden die Schienen bb'. Diese umfassen den eigentlichen Fallaparat c, welcher durch den am unteren Theil der Schienen bb' liegenden und durch diese hindurch gehenden Keil 2 mit den Schienen derartig verbunden ist, dass seine Detachirung nur durch Beseitigung oder Bruch des Keils möglich ist; in dem Fallstück c befindet sich ein Schlitz von 785 Millimeter Länge, damit dasselbe über den Keil weggleiten kann. Am oberen Ende des Fallstückes c befindet sich der Eisengurt 5, festgehalten durch die Doppelkeile 6, welcher die Stahlpfanne 7, den Flügelkeil 8, gleichfalls aus Stahl und die Pfanne 11 umschliesst, wovon der Flügelkeil durch die Fig. 57 und 58 besonders dargestellt ist; um den Flügelkeil nicht in zu grosse Friction zu bringen, falls die Keile 6 zu stark angezogen worden sind, ruht die Pfanne 11 auf Gummi. Unterhalb des Eisengurts hat das Fallstück massive Ansätze 9, in welche schwalbenschwanzförmige Keile 10 eingesetzt sind, um zur Führung an den Schienen b zu dienen. Der Flügelkeil ist sehr leicht um seine Achse drehbar und wird durch das vierte Hauptstück des Apparats, durch die Schieber ee' in die in Fig. 55 und 56 bezeichnete verschiedene Lage gebracht; diese Schieber sind der Regulator und werden durch den nach Unten gestülpten Schirm d in Bewegung gesetzt, welche wie beim Hütchen des Kind'schen Apparats erfolgt und durch den Keil 13 und die Nasen 14 begränzt wird. Die Zeichnungen

[58]) Kaestner: Die Tiefbohrungen zu Sperenberg in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20 B. S. 299. 302. (In diesem Aufsatz a. a. O. S. 286 findet man die Details der Ausführung des 1271,613 Meter tiefen, also, soweit bekannt, bisher tiefsten Bohrlochs, näher beschrieben.)

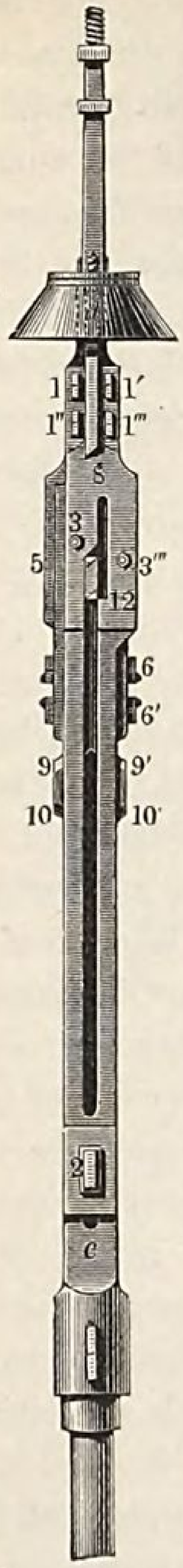


Fig. 52.

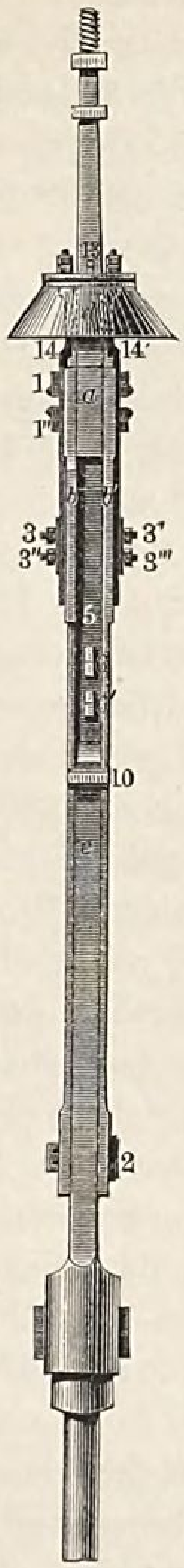


Fig. 53.

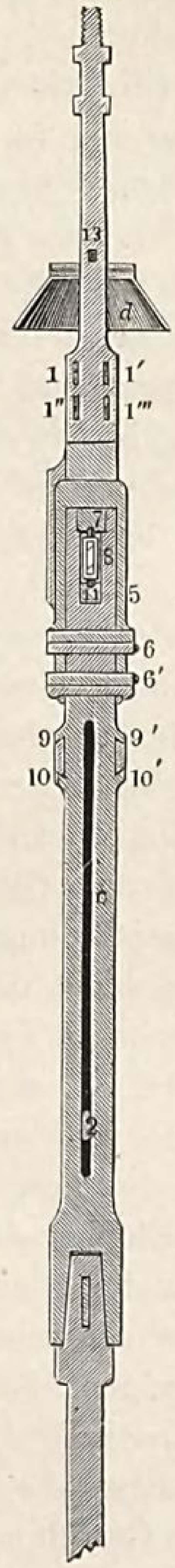


Fig. 54.



Fig. 55.



Fig. 56.

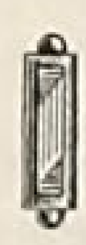


Fig. 57.

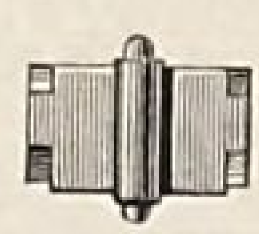


Fig. 58.

stellen das Instrument im höchsten Stande des Hubes in dem Moment dar, wo der Flügelkeil durch die Stellung der Schieber nach Fig. 56 aus dem Sitze 12 gelöst ist, also das Fallstück frei hinunter fallen kann. Die Schieber sind in den Fig. 52, 53, 54 nicht dargestellt; denkt man sich dieselben aus Fig. 56 nach Fig. 52 hinüberbewegt und so aufgelegt, dass die Schrauben 3 in die Schlitze des Schiebers eingreifen, so wird der Flügelkeil von dem Sitze 12 gelöst sein. Diese Stellung des Schiebers ist nur möglich beim Niedergange des Bohrzeuges in dem Augenblick, wo der Schirm sich gegen das Wasser bewegt. Dagegen wird im tiefsten Stande des Bohrzeuges und während seines Aufganges der Schieber die Stellung wie in Fig. 55 haben, wobei der Flügelkeil durch die Oberkante des schrägen Schiefereinschnitts fest auf dem Sitze gehalten wird, was nur erst wieder beseitigt wird, wenn der Rückgang beginnt, der Schieber aber seinen Weg nach Oben noch fortsetzt, bis der Schirm an den Keil 13 stösst und der Schieber die Stellung in Fig. 56 nimmt, so dass der Flügelkeil von seinem Sitze gelöst wird, indem die Kante α den Flügelkeil verlässt und der schräge Schnitt β unter den Keil tritt und ihn von dem Sitz abschiebt. Durch die Lösung des Flügelkeils erfolgt aber ein Herabfallen des Fallstücks c, welches erst wieder gefangen wird, wenn nach dem Herabgehen des Oberzeuges in dem Moment des Wiederaufgehens der Schieber die Stellung in Fig. 55 annimmt und den Flügelkeil in seinen Sitz zurückschiebt und beim Aufgehen darin festhält, indem der Wasserdruck auf dem Schirm ruht und dadurch der Schieber in seiner Stellung erhalten wird. Dieser Apparat zeichnet sich dadurch aus, dass die Regulirungtstheile ganz unabhängig von dem Arbeitszeuge gehalten sind und um so einfacher hergestellt werden konnten, indem sie nur aus dem Schirm und dem Schieber bestehen, so dass der Apparat genauer und sicherer arbeitet, als die älteren Apparate. Den Nachtheil, dass er nur in Bohrlöchern arbeitet, welche mit Wasser angefüllt sind, theilt er mit dem Kind'schen Instrument.

Das Kind'sche Abfallstück ist bei einem Bohrversuche auf Steinkohlen für die Königsgrube in Oberschlesien von dem Bohrmeister Esche[59]) in veränderter Gestalt angewendet worden. Statt der Zange sind hier zwei geneigte Klappen vorhanden, welche das Zungenköpfchen zu tragen haben; diese Klappen sind da, wo sie an den Wangen des Scheerenstücks befestigt sind, in Charnieren drehbar und können sich in die Wangen einlagern. An den Platten gleiten keilförmige Ansätze der mit dem Hütchen verbundenen Zugstange und drücken beim Aufgange des Gestänges, wo also das Hütchen die Keile in ihrem tiefsten Stande erhält, die Klappen fest an das Zungenköpfchen, wodurch das Untergestänge mit gehoben wird; beim Niedergange des Gestänges zieht das Hütchen die Keile in die Höhe, hierdurch treibt der Widerstand des Wassers die Klappen in steilere Stellung,

[59]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 10 A. S. 211.

so dass das Zungenköpfchen frei wird und das Untergestänge abfällt. Die Erfolge waren günstig, namentlich ist ein Fehlgreifen des Zungenköpfchens, wie es bei dem Kind'schen Greifapparat so häufig, fast gar nicht vorgekommen. Eine andere Anwendung als bei dem genannten Bohrloch hat das Instrument bis jetzt nicht gefunden.

Gleichfalls eine Abänderung des Greifapparats am Kind'schen Abfallstück hat der Bohrmeister vom Eicken[60]) zu Mühlheim a. d. Ruhr vorgeschlagen und bei einem Bohrversuche in der Nähe von Unna angewendet. Da bei dem Kind'schen Abfallstück die Kraft, welche von dem Hütchen auf den Greifapparat wirkt, nicht immer ausreicht, ein präcises Greifen des Zungenköpfchens, beziehungsweise Fallenlassen des Untergestänges zu bewirken, ist durch Anbringung verschiedener Hebel an dem Greifapparat dahin gewirkt, mit geringerer Betriebskraft die Bewegungen der Zange hervorzubringen.

Von dem russischen Bergingenieur Romanowsky[61]) ist ein Freifallinstrument angegeben, welches, mit einem Hütchen versehen, doch auf dem Princip der Fabian'schen Construction beruht, aber nicht des Ruckes des Krückelführers bedarf, um den Fangkeil der Zungenstange von den Sitzen abgleiten zu machen; das Festhalten des Keils erfolgt durch eine bewegliche mit dem Hütchen verbundene Muffe, welche beim Aufgange des Gestänges fest auf den Keil drückt, beim Niedergange also, von dem Hütchen in die Höhe gezogen, den Druck nachlässt, so dass alsdann der Keil aus seinem Sitze herausspringt und das Unterzeug abfallen kann. Das Instrument ist bis jetzt nur im Modell dargestellt, doch glaubt der Erfinder dabei des Gestänges entbehren und ein Seil anwenden zu können, indem der Keil beim Hinabgleiten einen solchen Stoss gegen die Kanten der Schlitze geben soll, dass eine Drehung des Instruments und somit des Meissels hervorgerufen wird. Die Erfolge müssten bei wirklicher Ausführung des Apparats und seinem Gebrauch abgewartet werden.

Bei Bohrversuchen auf Braunkohle zu Schöningen hat Greifenhagen[62]) den Greifapparat im Kind'schen Freifallinstrument beseitigt und dafür eine sehr einfache Vorrichtung angebracht. Zunächst stellt er das Hütchen nicht rechtwinkelig gegen die Axe des Instruments, sondern um 45 Grad gegen dieselbe geneigt, auch lässt er dabei die Lederscheiben weg und fertigt es aus einer Blechscheibe, welche aus zwei Theilen besteht, die einen ovalen Grundriss haben und die Schienen des Scheerenstücks allseitig umschliessen; an dieser Blechscheibe befindet sich eine Stange,

[60]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 13 B. S. 271.

[61]) Dingler polytechn. Journal Bd. 179. S. 273; auch berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. 1866. S. 303. — Müldner in Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins für Steiermark u. Kärnthen. 1877. S. 409.

[62]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. 1866. S. 257.

welche um einen an der inneren Seite der Scheerenbacken angebrachten Zapfen drehbar ist und am unteren Ende einen Haken trägt. Das Köpfchen an dem Zungenstück des Instruments steht nicht, wie bei Kind, in der Achse desselben, sondern seitlich und zwar so, dass der Haken der oberen Stange unter dasselbe fassen kann; die Angriffflächen des Hakens und des Zungenköpfchens sind ganz horizontal zu nehmen. Beim Aufgange des Bohrzeuges drückt das Wasser auf die Scheibe, wodurch die Hakenstange oben nach rechts, also unten nach links gedrückt wird, so dass der Haken unter das Zungenköpfchen greift und dieses festhaltend das Unterzeug mit in die Höhe nimmt. Sobald der Hub vollendet ist und der Bohrschwengel auf die Prellfeder aufschlägt, tritt sofort Niedergang des Obergestänges ein, der Arm macht mit der Blechscheibe eine entgegengesetzte Bewegung, der Haken verlässt das Zungenköpfchen und das Unterzeug fällt frei herab. Greifenhagen hat sein Instrument sogar in Bohrlöchern ohne Wasser angewendet, doch musste alsdann das Hütchen möglichst dicht an die Bohrlochswände anschliessen; im Wasser dagegen ist ein solcher dichter Anschluss nicht erforderlich, da ein früher bei einem Bohrloche von 183 Millimeter Durchmesser angewendetes Instrument mit unverändertem Hütchen auch in einem von 235 Millimeter Durchmesser ganz präcise arbeitete. Seit 1860 ist das Instrument zuerst in Anwendung gekommen, seitdem sind mehrere Bohrlöcher mit demselben niedergebracht. Jedenfalls empfiehlt es sich durch seine grosse Einfachheit, durch welche viele Unzulänglichkeiten des Kind'schen und Fabian'schen Instruments beseitigt werden.

Das bei den Bohrversuchen nach Wasser in Algier benutzte Freifallinstrument von Clément Purtschet[63]) beruht auf demselben Princip wie das Fabian'sche, nur sind die arbeitenden Theile umgekehrt angeordnet. Der geschlitzte Cylinder ist mit dem Unterzeuge verbunden, der Fangekeil ist an einer an dem oberen Gestänge befestigten Stange angebracht; diese Stange bewegt sich in dem Cylinder auf und ab, wobei der Fangekeil die Schlitze passirt, die letzteren haben in ihrem mittleren Theile eine Erweiterung, in welche der Keil hineintritt, so dass sich der Cylinder auf den Keil stützen kann, sobald der Aufzug erfolgt und auf diese Weise das Unterzeug mit gehoben wird. Durch einen Ruck, wie beim Fabian'schen Apparat, wird der Cylinder von dem Keil abgeworfen, so dass das Unterzeug abfallen kann, wobei der Cylinder geführt wird, indem der obere Theil seiner Schlitze an dem Keil entlang gleitet. Das Instrument soll bei den Bohrversuchen von Oued und Aleug mit Vortheil angewendet sein, doch leidet es noch mehr, als das Fabian'sche, an der Schwierigkeit, welche dem Krückelführer durch das Abwerfen erwächst.

Mancherlei andere Freifallapparate sind von Bohringenieuren angegeben, von denen — so weit sie nicht beim Seilbohren Anwendung ge-

[63]) Annales des mines. VII. série, tome IX. p. 357.

funden haben — hier nur noch der von Ermeling, welcher auf dem Kind'schen Princip beruht, genannt sein mag[64]).

III. Einrichtungen über Tage.

In diese Betrachtung gehören ausser den Bohrgerüsten und Bohrthürmen auch die Bohrmaschinen, Hilfsmaschinen, Kopfstücke und sonstige Hilfsstücke. (Vergl. oben S. 61.)

Beim drehenden Bohren sind erforderlich: a. das Gerüst zum Aufziehen und Einlassen des Bohrzeuges. b. eine Maschine zum Heben und Einlassen, welche auch dazu dienen kann, überflüssiges Gewicht des Bohrzeuges zu halten und zu tragen. c. Hilfsstücke, wozu auch die Theile zum Drehen gehören.

Beim stossenden Bohren bedarf man folgender Einrichtungen: a. Gerüst. b. Maschine. c. Vorrichtung zum Schlagen, in der Regel in einem Schwengel bestehend. d. Vorrichtung zum Löffeln. e. Hilfsstücke, wozu auch die Kopfstücke zu rechnen sind. Zuweilen sind Maschine, Vorrichtung zum Schlagen und Löffeln in einem einzigen Apparat verbunden, was aber immer sehr unvollkommen ist; dagegen ist die Maschine und die Vorrichtung zum Schlagen zu vereinigen, wenn mittelst Wasser- oder Dampfkraft gearbeitet wird.

Das Detail der Ausführung richtet sich nach dem Durchmesser des Bohrlochs und der beabsichtigten Tiefe, d. h. nach der Wichtigkeit und Dauer der Arbeit; es ist also am einfachsten bei drehendem Bohren, welches nie sehr grosse Tiefen erreicht, obwohl man in Westfalen bis 200 Meter gelangt ist, auch bei engen, durch Stossen niedergebrachten Bohrlöchern, wie überhaupt bei Arbeiten, welche nur vorübergehenden Zweck haben, können die Einrichtungen sehr einfach sein. Hiervon hängt es auch ab, ob eine besondere Schmiede zum Schärfen der Meissel und zur Reparatur des gehenden Zeuges in unmittelbare Verbindung mit den Localitäten zu bringen ist; bei grossen Bohrarbeiten darf eine Schmiede nie fehlen.

a. Gerüst.

Das Gerüst wird am einfachsten aus drei Rüstbäumen hergestellt und heisst dann Dreifuss, Galgen, auch Krähenfuss. Die Rüstbäume werden mit den Stammenden in den Boden oder auf Schwellen gestellt, an den Zopfenden nehmen zwei den dritten zwischen sich, zugleich auch einen Zapfen, an dem eine Rolle oder ein Kloben befestigt wird; die Verbindung der Zopfenden und des Zapfens erfolgt durch einen durchgesteckten eisernen Bolzen. Die Höhe des Gerüstes hängt von der Länge der anzuwendenden Stangen ab, auch davon, ob ein Bohrschacht vorhanden oder ob der Krückel-

[64]) Annales des mines. VII. série, tome X. p. 269.

Bayerische Staatsbibliothek München

führer auf der Sohle des Gerüstes steht; in der Regel ist die Höhe nicht bedeutender, als 10 Meter. Ein Rüstbaum ist mit Sprossen zu versehen, auf denen man zur Spitze des Gerüstes und zum Kloben gelangen kann. Häufig belegt man das Ganze zum Schutze der Arbeiter mit Strohmatten. Bisweilen nimmt man statt der drei Rüstbäume auch vier, was indess überflüssig erscheint.

Für wichtigere Bohrarbeiten sind vollständige Bohrthürme erforderlich, welche meist durch vier starke Rüstbäume in den Ecken und durch anderweitige Balken- und Strebenverbindungen auf längere Dauer fest und haltbar construirt sind; sie werden von Aussen mit Brettern verkleidet, welche ausser den Zugängen an einer Stelle einen Schlitz zum Einbringen der Stangen erhalten. In dem Bohrthurm sollen die Stangen ausgezogen werden, die Höhe der Thürme hat sich also nach der Länge der Stangenzüge zu richten, wobei der Stand des Krückelführers zu berücksichtigen ist, indem der Bohrthurm so viel niedriger sein kann, als der Krückelführer im Bohrschachte tief steht. Selten sind die Bohrthürme über 30 Meter, meist weniger hoch; bei Stangen von 12,5 Meter Länge und vorhandenem Bohrschacht wählt man die Höhe etwa 25 Meter, damit man wenigstens zwei Stangen durch einen Zug heben kann. So hatten die Bohrthürme in Schöningen[65]) eine Höhe von 27,305 Meter, in denen zwei Stangen von je 12,711 Meter aufgezogen werden konnten, dabei war unten der Bohrthurm 14,123 Meter lang, 9,416 Meter tief. Bei dem Bohrversuche zu Rohr[66]) hatte der Bohrthurm 7 Etagen, von denen die unteren sechs mit durchgehenden Säulen versehen waren, unten hatte er 10,671 Meter Länge, 5,336 Meter Tiefe, in der Dachetage 4,394 und 3,766 Meter; die ganze Höhe betrug 21,970 Meter bei 18,831 Meter Stangenzug. Bei den Bohrversuchen zu Elmen[67]) machte man die Thürme 6,277 Meter höher, als die Stangenzüge es erforderten; der Bohrthurm zu Wersen[68]) hatte eine Höhe von 22,284 Meter zu zwei hölzernen Stangen von je 10,890 Meter Länge. Zu Lütgeneder[69]) hatte der Bohrthurm unten 7,533 Meter im Quadrat, die Hauptsäulen, deren man hier acht angewendet hatte, waren in der Höhe von 17,890 Meter auf 3,923 Meter im Quadrat zusammengezogen, wo sich dann noch eine Dachetage von 3,609 Meter Höhe gerade aufsetzte, so dass der ganze Thurm 21,499 Meter hoch war.

Die ausgezogenen Stangen werden nicht aufgestellt, sondern aufgehangen, weil dadurch unten in der Umgebung des Krückelführers und des Schwengels der Raum frei gehalten wird, auch weil es für die Stangen

[65]) v. Seckendorff a. a. O. Bd. 1 B. S. 65.

[66]) Unger a. a. O. Bd. 7 B. S. 3.

[67]) Zobel: Die Bohrarbeiten zu Elmen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 7 B. S. 31.

[68]) Engelhardt a. a. O. Bd. 7 B. S. 40.

[69]) Grund a. a. O. Bd. 9 B. S. 160.

besser ist, wenn sie frei hängen. Zu diesem Zweck ist oben im Thurme ein Rechen angebracht, in welchem für jeden einzelnen Stangenzug eine Oeffnung vorhanden ist, die mit einem Vorsteckhaken geschlossen wird.

Ausserdem müssen in dem Thurme mehrere Boden vorhanden sein und Fahrten, auf denen man überall leicht hingelangen kann.

Beim einfachen Bohren mit Galgen werden die Stangen auf Böcke gelegt, was bei grossartigem Bohrbetrieb wegen des Zeitaufwandes beim Ausholen und Einlassen nicht anwendbar ist, oder sie werden an den Galgen angelehnt.

b. Maschinen und Apparate zum Aufziehen, Einlassen und Löffeln.

Diese Maschinen müssen stets mit einer Bremse versehen sein, um beim Einlassen des Gestänges das zu schnelle Niedergehen zu hemmen; die Bremsen sind am besten selbstwirkend d. h. durch ein entsprechendes Gewicht geschlossen.

1. Hornhaspel benutzt man bei geringen Tiefen, sie können dann zwischen zwei der Rüstbäume verlagert sein, haben aber besser eigene Stützen. An dem Haspel befindet sich eine Bremsscheibe von Holz mit einem einfachen Backenbremshebel.

2. Haspel mit Vorgelege werden bei grösseren Tiefen angewendet, man bringt der Vorsicht wegen zwei Vorgelege an, um noch gesichert zu sein, wenn das eine aus irgend welchem Grunde plötzlich versagt; ausserdem macht man es ausrückbar und richtet die Kurbel zum unmittelbaren Angriff an die Seilwelle ein, weil man alsdann bei verminderter Last Zeit ersparen kann, was um so nothwendiger, als bei Bohrlöchern dieser Art meist eisernes Gestänge benutzt wird.

3. Bei grossen Tiefen und Anwendung von Menschenkraft bringt man Laufräder oder Tritträder an. In Schöningen[70]) hatte man, um im Nothfall bei starken Verklemmungen zwei Reihen Arbeiter wirken zu lassen, dem Rade bei 6,277 Meter Durchmesser eine Breite von 3,139 Meter gegeben, sonst genügt auch wohl 3,75 Meter Durchmesser und 1,5 Meter Breite; in Lütgeneder[71]) hatte das Rad einen Durchmesser von 5,336 Meter, eine Breite von 2,511 Meter. Die Tretlatten liegen 471 Millimeter von einander entfernt. Gewöhnlich haben die Räder zwei Kränze, sehr breite auch drei. Das auch hierher gehörige Spillenrad (Sprossenrad) hat meist nur einen Kranz mit hindurchgesteckten Sprossen, an denen die Arbeiter, wie auf Fahrten, in die Höhe steigen, seltener hat man zwei Kränze; dieses Rad kann man nach Beer nur bei weniger tiefen Bohrungen benutzen, weil nur 2 bis 3 Menschen daran wirken können; doch wird diese

[70]) v. Seckendorff a. a. O. Bd. 1 B. S. 90.

[71]) Grund a. a. O. Bd. 9 B. S. 160.

Ansicht, wohl mit Recht, bestritten[72]). Man giebt ihm etwa 3,139 Meter Durchmesser, doch auch mehr.

An allen Rädern liegen die Bremsen stets am Radkranze, sind zwei Kränze vorhanden, hat man zweckmässig an jedem eine Bremse. Auf der Welle des Rades liegt der Seilkorb zur Aufnahme des Förderseils; wo man, was bei tiefen Bohrungen immer der Fall sein sollte, zwei Seile hat, müssen alsdann auch zwei Körbe vorhanden sein.

4. Zuweilen hat man auch die Erdwinde angewendet, wie bei den älteren Bohrversuchen auf der Saline Königsborn, doch ist man bei den späteren, tieferen Bohrungen davon zurückgekommen.

5. Wasserräder, wie z. B. bei dem Bohrloch zu Dettingen in Hohenzollern. Dieselben dienen ausser zum Einlassen und Ausziehen des Gestänges auch wohl gleichzeitig zum Löffeln und als Motor zum Bohren, dann sind Vorgelege, Ausrückungen, Kuppelungen erforderlich.

6. Dampfmaschinen werden gleichfalls zum Löffeln benutzt, zugleich auch zum Bohren, doch zieht man es jetzt vor, zu dem letzteren Zweck besondere Dampfmaschinen aufzustellen. Sowohl neben den Dampfmaschinen, wie neben den Wasserrädern, baut man wohl noch ein Trittrad oder ein anderes derartiges Rad als Reserve ein, um bei grösseren Reparaturen der Maschine nicht die Bohrarbeit gänzlich einstellen zu müssen.

Ausser in den beiden letzten Fällen ist in der Regel noch ein besonderer Löffelhaspel vorhanden, mit welchem das Löffelseil auf- und abbewegt wird, bei stossendem Bohren ist es stets zweckmässig sich seiner zu bedienen; bei dem Bohrversuch zu Scherfede diente das Trittrad gleichzeitig zum Löffeln und hatte einen besonderen Seilkorb für das Löffelseil. Der Löffelhaspel erhält etwa 262 Millimeter Durchmesser mit Hörnern von 523 Millimeter Länge und ist stets mit einer Bremse versehen, die indess sehr einfach sein kann; er wird auf die Erde neben den Rüstbäumen bei Gerüsten und niedrigen Bohrthürmen aufgestellt, in grösseren Bohrthürmen kommt er auf einer höheren Etage zu stehen. Die Scheibe, über welche das Löffelseil in das Bohrloch geführt wird, muss zu entfernen sein, wenn das Gestänge eingelassen oder ausgeholt wird, sie wird deshalb auf ihrer Welle verschiebbar gemacht oder auf beweglichen Schlitten oder Rädergerüst gestellt oder auf einen aufzuklappenden Rahmen.

Das Fördern des Gestänges, Einlassen und Ausholen erfolgt bei tiefen Bohrlöchern, um Zeit zu ersparen, mit zwei Seilen, so dass, wenn ein Stangenzug an- oder abgeschraubt ist, sogleich der folgende angehängt werden kann, ohne die Wiederkehr des Seilendes abwarten zu müssen; es sind dann zwei Seilkörbe und zwei Seilscheiben erforderlich. Hat man nur ein Seil, so befördert man das Zurückgehen desselben nach vollendetem Hub durch Ziehen an einem dünnen Seilchen, welches sich entgegengesetzt

[72]) Beer: Erdbohrkunde S. 36. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 7 C. S. XVIII.

auf- und abwickelt und in das Förderseil eingehakt ist, auch beschwert man wohl zu diesem Zweck das Seilende durch Gewichte von Eisen oder Blei. Bei dem Bohrversuche zu Rohr hatte man die drei Seilscheiben für die beiden Förderseile und das Löffelseil auf einem auf Schienen verschiebbaren Wagen angebracht, um jede Scheibe in die Axe des Bohrlochs bringen zu können[73]).

Zum Fördern des Gestänges dienen Seile, in manchen Gegenden Ketten, die letzteren indess wohl nur bei drehendem Bohren; in diesem Falle sind sie aber sehr zu empfehlen, weil sie unelastisch sind, den Bohrer beim Drehen aufrecht erhalten und das Zusammenbiegen des Gestänges verhindern[74]). Meistens benutzt man als Förder- oder Treibseile Bandseile, so zu Rohr ein Hanfseil, 157 Millimeter breit, 26 Millimeter stark, aus 6 Litzen bestehend, wovon das Meter $4^3/_4$ Kilogramm wog, das Kilogramm kostete 70 Pfg. Bei den Bohrversuchen zu Schöningen[75]) benutzte man mit vielem Vortheil Aloebandseile von 630 Meter Länge, die für mehrere Bohrlöcher ausreichend waren, so auch zu Scherfede. Rundseile haben vor Bandseilen den Vorzug, dass der Hebelarm gleichbleibt, was beim Bandseil nicht der Fall, man hat sie je nach der Schwere des Gestänges 20 bis 39 Millimeter dick; bei einem von der Mansfeld'schen Gewerkschaft zu Ostrau niedergebrachten Bohrloch hatte man zu diesem Zweck ein Gussstahldrahtseil.

Zum Löffeln benutzt man immer runde Seile, in Schöningen waren sie von Hanf, 20 bis 26 Millimeter im Durchmesser, meistens wohl, so auch in Rohr, von Eisendraht. Bisweilen ist man auch genöthigt, namentlich beim Vorhandensein von starkem Nachfall, mit dem Gestänge zu löffeln, was indess sehr zeitraubend ist.

Jedes Seil muss an seinem frei herabhängenden Ende eine Vorrichtung erhalten, um das Seil mit dem Gestänge in Verbindung bringen zu können; es sind dies die Wirbel und die Krückelstühle (Ochsen- oder Ziegenfüsse), die ersteren sind zum Aufschrauben auf jeden einzelnen Stangenzug eingerichtet, bei den anderen legen sich die Stangen mit ihren Wülsten auf die Arme des Stuhls; es ist einleuchtend, dass die Wirbel wegen des jedesmaligen An- und Abschraubens die Arbeit verlängern und man daher wohl thut, bei tiefen Bohrlöchern nur Krückelstühle anzuwenden. Beide Vorrichtungen müssen in feste und durchaus zuverlässige Verbindung mit dem Seil gebracht werden, damit ein Loslösen an dieser Stelle nicht zu befürchten ist; andererseits müssen sie drehbar sein, ohne dass sich ihre Drehung dem Seile mittheilt. Sie bestehen daher aus einem starken eisernen Ring, der meistentheils eine halbkreisförmige Gestalt hat, in seinem gebogenen nach Oben gekehrten Theile mit dem Seile verbunden ist und in

[73]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 7 B. S. 3.

[74]) Ebenda Bd. 7 C. S. XIX.

[75]) Ebenda Bd. 1 B. S. 67.

dem untern glatten Theile den Wirbel oder Krückelstuhl aufnimmt, welche oben mit Zapfen und Schraubenspindel versehen sind, sie werden mit diesen durch ein Loch in die Unterplatte des Ringes gesteckt und mit Schraubenmutter auf demselben befestigt, sind aber in dem Zapfenloche drehbar. Der Wirbel hat an seinem untern Ende eine Tute mit Schraubenmutter, welche auf die Schraubenspindel der Stangen aufgeschraubt wird; um dies mit grösserer Leichtigkeit bewirken zu können, ist er mit einer eisernen Handhabe versehen, oder es ist ein Loch vorhanden, durch welches eine hölzerne Handhabe gesteckt werden kann, Fig. 59. Der Krückelstuhl, Fig. 60, hat Aehnlichkeit mit einem Steigbügel, auf den sich der

Fig. 60.

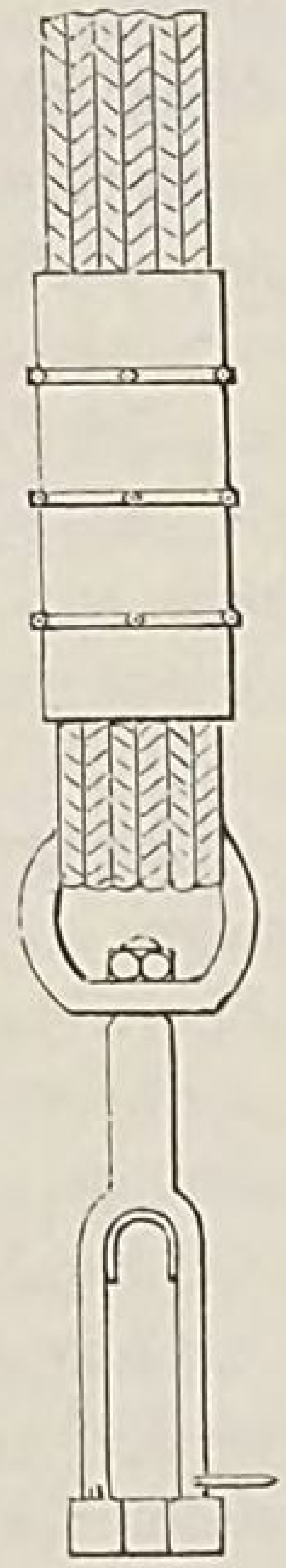


Fig. 59.

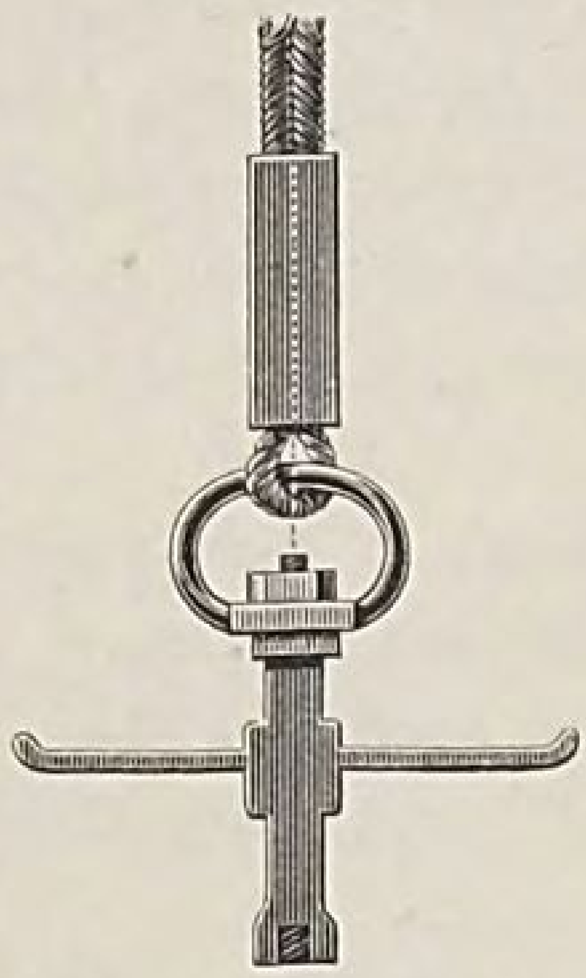
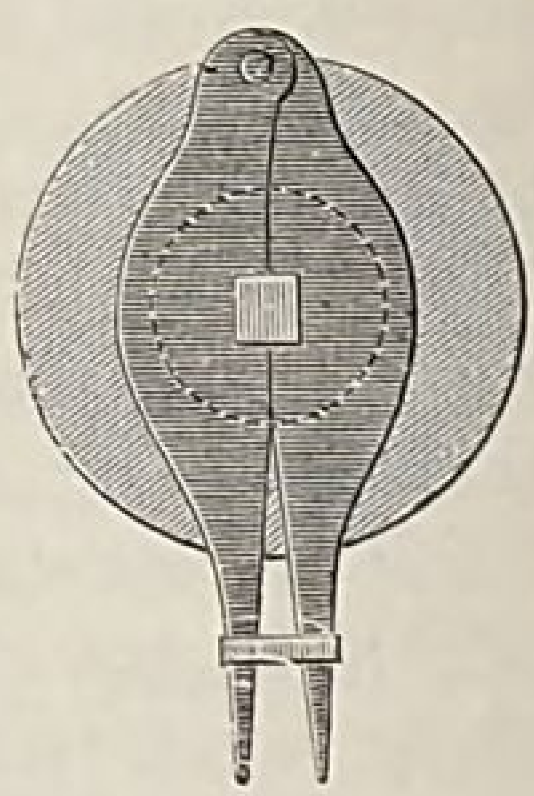


Fig. 61.



Wulst der Stange auflegen kann; damit beim Aufziehen die Stange nicht herausfällt, wird ein in einem Charnier beweglicher Vorstecker davor gelegt[76]). Bei Anwendung des Krückelstuhls müssen die Stangen zwei Wülste haben, die eine unmittelbar unter der Schraubenspindel, die andere 78 Millimeter darunter; die zweite dient dazu, das Gestänge über der Hängebank des Bohrlochs abzufangen, um den Stuhl anlegen zu können, was an dem oberen Wulst geschieht.

Beim Einlassen und Ausholen des Gestänges sind ferner erforderlich: Schraubenschlüssel. Die Stärke und Form derselben richtet sich nach der Schwere der abzuschraubenden Stücke; sehr starke Schraubenschlüssel sind nur erforderlich, wenn die unteren Theile des Bohrgestänges mit

[76]) Müldner a. a. O. S. 330.

Conus und Muffen versehen sind; die gewöhnlichen Handschlüssel von bekannter Form sind 20 bis 26 Millimeter stark, bisweilen haben sie einen gebogenen Griff zum besseren Anfassen beim Schrauben. Schwere Schlüssel fertigt man durch Aushauen aus einer starken Eisenplatte.

Weite Bohrlöcher sind während der Arbeit mit der Bohrscheere bedeckt, welche auf dem oberen Rande der hölzernen Bohrröhre befestigt ist; sie besteht (Fig. 61) aus zwei mit Griffen versehenen Schenkeln, die sich um einen gemeinschaftlichen Zapfen nach entgegengesetzten Seiten drehen, in der Mitte haben sie ein vierkantiges Loch zum Durchlassen des Gestänges, die Griffe werden durch eine Klammer zusammengehalten, um ein unzeitiges, unfreiwilliges Oeffnen zu vermeiden. Soll das Loch geöffnet werden, so wird die Klammer abgenommen und die beiden Schenkel werden auseinandergeschoben.

Wenn ein Stangenzug zu Tage gefördert ist und abgeschraubt werden soll, muss das noch im Bohrloche hängende Gestänge abgefangen und

Fig. 62.

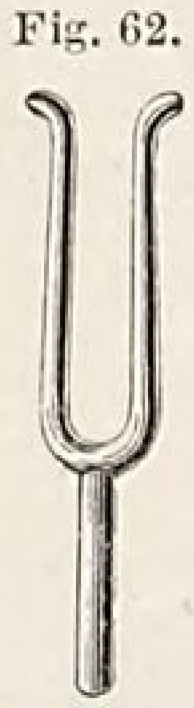


Fig. 63.



unterstützt werden; hierzu dient die leierförmig ausgeschweifte Abfangegabel, Fig. 62, welche nach Oeffnung der Bohrscheere über das Bohrloch gelegt wird und auf welche das Gestänge mittelst der Wulst der obersten Stange aufsetzt.

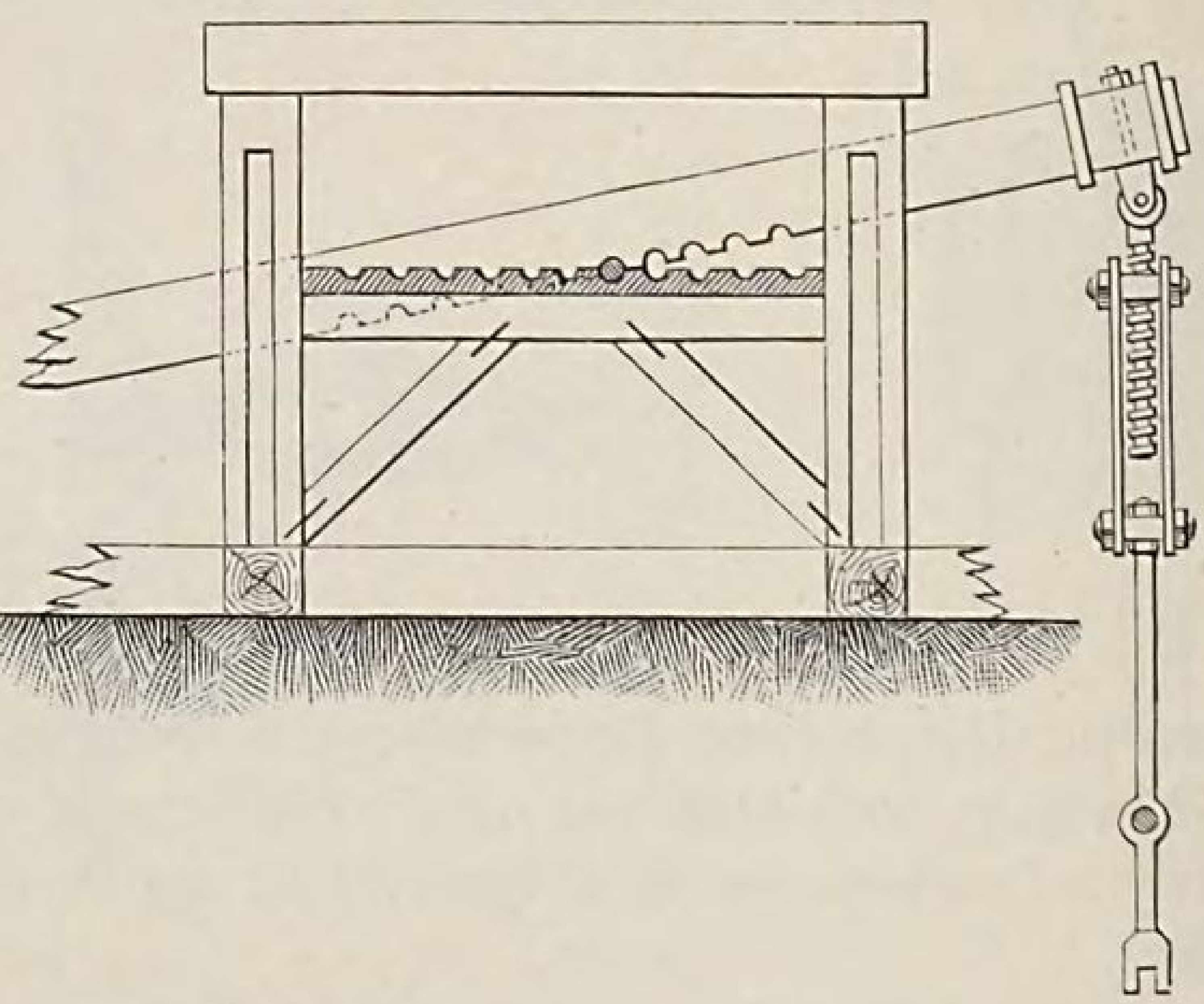
Zuweilen ist es nöthig, eine Stange an einer Stelle abzufangen, wo sie keine Wulst hat, alsdann legt man Bohrbündel, Fig. 63, an, welche fest an die Stange geschraubt werden; es sind dies zwei Schenkel, welche um einen gemeinschaftlichen Zapfen drehbar mit Einschnitten zur Aufnahme der Bohrstange versehen sind und am anderen Ende durch eine schlüsselförmige Schraube unbeweglich an die Stange befestigt werden. Ausser zum Aufsetzen auf die Bohrgabel bringt man solche Bündel auch an, wenn man Wuchtbäume zum Lösen des festgeklemmten Bohrzeuges anlegen muss; auch schraubt man wohl während des Bohrens an die über der Bohrlochshängebank befindlichen Stangen Bündel an, damit bei einem etwaigen Bruche des über Tage gehenden Zeuges das Gestänge im Fallen aufgefangen wird.

c. Kopfstücke einschliesslich Bohrschwengel.

Die Kopfstücke sind Zwischenstüche, welche die Verbindung des Gestänges mit der arbeitenden Kraft verbinden.

1. Beim drehenden Bohren muss man, wenn das Bohrloch noch keine bedeutende Tiefe hat, um mit dem Gestänge grösseren Druck auszuüben, an das Gestänge über Tage Gewichte anhängen; hat das Bohrloch aber grössere Tiefe erreicht, so muss man einen Theil der Gestängelast abfangen. Zu dem Ende schraubt man einen Wirbel auf, welcher oben mit einem Auge versehen ist, in welches die Kette oder das Seil von dem zum Einlassen und Ausholen des Gestänges dienenden Haspel eingreift. An der obersten Stange in Brusthöhe der Arbeiter wird ein doppelt gebogener Haken befestigt, durch diesen geht ein hölzerner Hebel, an welchen die das Drehen bewirkende, also die Kraft ausübende Mannschaft angreift. Statt des Hakens mit Hebel bedient man sich auch solcher Hebel, welche nach Art der Bohrbündel an der Stange mittelst zwei Schrauben befestigt werden. Das Drehen erfolgt natürlich in der Richtung der Schrau-

Fig. 64.



benschnitte, wodurch sich allerdings die Stangenschrauben sehr fest aufdrehen, so dass sie oft nur durch Anlegen von zwei Schraubenschlüsseln nachher wieder gelöst werden können. Damit die Arbeiter bei der kreisförmigen Bewegung einen Halt bekommen, bringt man wohl um das Bohrloch eine mit Tretlatten versehene hölzerne Scheibe an.

2. Beim stossenden Bohren dient als Uebertragung der Kraft, wenn sie durch Menschen ausgeübt wird, der Bohrschwengel, dessen Verbindung mit dem Gestänge in der Regel die Stellschraube vermittelt. Diese bezweckt auch, bei allmäliger Vertiefung des Bohrlochs den Hub gleichmässig zu erhalten, indem man durch Nachschrauben das Vordringen des Meissels ausgleicht. Die Stellschraube ist bei steifem Gestänge nicht anwendbar, wenn nicht zwischen ihr und dem Schwengel eine nachgiebige Verbindung angebracht ist.

Die Stellschraube (Fig. 64) besteht aus der eigentlichen Schraube, einem Rahmen oder einer Scheere und einem Wirbel. Die Schraube hat eine

Länge von 628 Millimeter und eine Stärke von 39 Millimeter, die Gewinde sind scharf dreieckig oder auch flach, 6 Millimeter tief geschnitten und haben 2 bis $2\frac{1}{2}$ Umgänge auf 26 Millimeter; oben endigt die Schraube in einen runden Wirbel, welchem eine Oese gegeben ist; mit dieser Oese hängt die Schraube mittelst einer 4 bis 6gliederigen Kette an einem am Kopf des Schwengels angebrachten Haken. Besser ist es statt der Kette und des Hakens die Verbindung der Schraube mit dem Kopf des Schwengels durch eine Charnierverbindung herzustellen. Die Scheere oder der Rahmen besteht aus einem Stück und enthält oben die Mutterschraube, welche man 52 Millimeter hoch macht; die lichte Höhe des Rahmens muss etwas länger sein, als die Schraubenspindel, damit dieselbe völlig ausgedreht werden kann. Man kann auch die Scheere aus vier Theilen herstellen: zwei Schienen, welche oben die Mutterschraube und unten das Lager für den Wirbel zwischen sich nehmen; die Befestigung erfolgt durch Bolzenschrauben. Bei dem aus dem Ganzen gefertigten Rahmen wird das Lager für den Wirbel aus einem am unteren Ende des Rahmens angebrachten gabel- oder steigbügelförmigen Ansatz gebildet, durch welchen die Spindel des Wirbels hindurchgeht und mit einer Mutterschraube befestigt wird. Der Wirbel hat an seinem unteren Ende eine Tute mit Schraubenmutter, mittelst deren er auf die Vaterschraube der obersten Bohrstange aufgeschraubt wird; der Wirbel hat über der Tute ein Auge, durch welches der Krückel zur Drehung des Gestänges beim Bohren gesteckt wird. Da bei dem Drehen des Gestänges sich der Rahmen an der Schraubenspindel mitdreht, muss man die Stellschraube feststellen, was häufig dadurch geschieht, dass man einen Holzkeil zwischen Schraubenspindel und Rahmen steckt; zweckmässiger ist es, eine Bremsschraube anzubringen, welche durch eine Backe des Rahmens hindurchgeht und die Schraubenspindel fasst, so dass beide fest verbunden sind. Soll eine Erlängung stattfinden, so löst man die Bremsschraube, schraubt den Rahmen um die nöthige Länge niederwärts und stellt ihn mittelst der Bremsschraube wieder fest.

Der Bohrschwengel besteht aus einem behauenen Holzstamme, dessen Länge, Stärke und Verhältniss in den Kraft- und Lasthebelsarmen sich nach der Tiefe des Bohrlochs und nach der Art des Bohrens, ob mit steifem oder mit freifallendem Gestänge, sowie nach dem hiernach zu gebenden Hube richtet. Bei der Abmessung des Schwengels ist festzuhalten, dass die Sehne für den Ausschlagswinkel des Kraftarms nicht grösser sein darf, als etwa 1,726 Meter, weil dies der bequemen Armbewegung der Arbeiter entspricht; hiernach und nach dem zu gebenden Hube richtet sich dann das Verhältniss des Last- zum Kraftarm. Bei dem alten Bohren mit steifem Gestänge gab man ein Verhältniss des Last- zum Kraftarm wie 1 : 5 bei einer Länge des Hebels von 5,000 bis 5,666 Meter und einer Stärke von 200 zu 300 Millimeter; nach Beer[77]) kann das Verhältniss sogar

[77]) Beer a. a. O. S. 22.

wie 1 : 9 steigen, doch würde durch diese günstige Vertheilung der Kraft und Last die Stabilität des Schwengels verloren gehen, da er im Kraftarm zu vielen Schwankungen unterworfen würde. In Schöningen benutzte v. Seckendorff[78]) beim Gebrauch des Kind'schen Abfallstücks einen Bohrschwengel von 7,376 Meter Länge, 340 zu 262 Millimeter Stärke, mit einem Hube von 471 zu 680 Millimeter und theilte die Arme im Verhältniss von 1 : 4 oder 1 : 3, welches Verhältniss auch bei anderen Bohrungen aufrecht erhalten wurde; bei wenig tiefen Bohrlöchern und einem Schwengel von 2,824 Meter Länge gestattet Kind sogar das Verhältniss von 1 : 2. Für die Bohrlöcher zu Elmen bei Schönebeck hatte man unter Benutzung des Fabian'schen Abfallstücks ein Verhältniss von 1 : $3^3/_4$. Bei dem Bohrversuche zu Rohr hatte der Schwengel eine Länge von 6,957 Meter, der Lastarm 1,543 Meter, der Kraftarm 5,413 Meter, das Verhältniss war also wie 1 : $3^1/_2$.

Bei einfacheren Einrichtungen ist an dem Drehpunkt des Schwengels an dessen unterer Seite die eiserne Axe eingelassen und durch eiserne Bänder festgehalten; die Axe ist quadratisch, an beiden Enden abgedreht und ruht mit diesen Enden in den eisernen Lagern des Schwengelständers oder der Schwengeldocke; um das Schwanken oder das sogenannte Läuten des Schwengels zu vermeiden, muss eine Leitung für das Schwanzende vorhanden sein, die in zwei hölzernen Säulen besteht, zwischen denen sich der Schwengel auf und ab bewegt. Bei vollkommeneren Einrichtungen (Fig. 64) muss man je nach der Beschaffenheit des Gesteins den Hub verändern können, was man dadurch erreicht, dass an der untern Seite des Schwengels und dem entsprechend auf dem Lager der Schwengeldocke eiserne Platten mit einer Zahl halbkreisförmiger Pfannen befestigt werden; der Zapfen ist beweglich und kann beliebig in eine der Pfannen gelegt werden, so dass also die Hubveränderung in jedem Augenblick leicht bewirkt werden kann. Die Schwengeldocke darf nie in Verbindung mit dem Bohrgerüste stehen, sondern muss frei verlagert sein, damit die Erschütterungen bei dem Bohren nicht auf den Bohrthurm übertragen werden. Der Schwengel muss ferner schnell zurückgezogen werden können, um beim Löffeln oder anderweitigen Arbeiten unbehindert in das Bohrloch gelangen zu können; auch diese Bedingung wird durch die zuletzt beschriebene Einrichtung schnell erfüllt. Bei dem Bohrversuche zu Dettingeu hatte man zum Zurückziehen des Schwengels eine Kurbel mit Getriebe und gezahnter Stange angebracht, was sich allerdings empfiehlt, wenn der Schwengel sehr schwer ist.

Stets sind Prellvorrichtungen erforderlich, von denen die eine das Aufprallen der Freifallstücke, beziehungsweise der Rutschscheere verhindert, die andere das Abfallen oder Abwerfen befördert, beide aher das Umkehren der Bewegung erleichtern; sie werden auch wohl obere und

[78]) v. Seckendorff a. a. O. Bd. 1 B. S. 66 u. 67.

untere Schlagfedern oder Prellfedern oder Abschlagfedern genannt und sind über und unter dem Schwanzende des Schwengels angebracht. Jene besteht meist aus über einander gelegten vorkragenden Brettern, für welche auch ein besonderes Gerüst am Schwanzende des Schwengels vorhanden sein kann; bei kleineren Bohrarbeiten genügt ein federnd eingespannter Baum, welcher durch ein umgeschlungenes Seil oder eine Kette mit dem Schwengel verbunden ist. Einen solchen Prellbaum hat man meist auch als untere Feder; bei vollkommeneren Einrichtungen aber Prellbretter, welche durch Schraubenbolzen gewölbt gezogen sind. Am Schwengel sind oben und unten an der Aufschlagstelle Klötzchen angebracht, mit welchen er auf die Federn aufschlägt.

In Schöningen[79]) hatte man einen Pufferapparat als Prellfeder. Auf einer gusseisernen Platte stand ein 157 Millimeter im Lichten weiter Cylinder, in diesen legte man einen 52 Millimeter hohen Gummiring und auf diesen einen in den Cylinder genau passenden Eichenklotz, welcher einige Centimeter über den Cylinderrand hervorragte, so dass der Schwengel, indem er in seinem tiefsten Punkte den Eichenklotz traf, durch die Elasticität des Gummiringes zurückgeprellt werden konnte.

Der Druckbaum, an welchem die Arbeiter wirken, wird rechtwinkelig gegen die Schwengelaxe an dessen Schwanzende befestigt; er darf nie durch den Schwengel hindurchgesteckt, sondern muss auf- oder untergeklammert werden. Da der Druckbaum zu stark ist, um von den Arbeitern ohne besondere Vorrichtungen gehandhabt werden zu können, und da eiserne Handhaben den Arbeitern sehr bald ein brennendes Gefühl in den Händen erzeugen, so brachte man in Schöningen[80]) glattgearbeitete Stangen an, welche durch kleine Klötzchen vom Druckbaum so fern gehalten werden, dass die Hand der Arbeiter bequem sich zwischen Stange und Druckbaum bewegen kann; man hatte solche Zugstangen zwei, eine an der äusseren, die andere an der inneren Seite angebracht, so dass zwei Reihen Arbeiter am Druckbaum wirken konnten, von denen die eine mit dem Gesichte dem Bohrloche zu-, die andere abgekehrt war.

Beim Bohren mit hölzernen Stangen und Freifallstücken oder auch mit der Rutschscheere müssen Contrebalancen angebracht sein. Dazu benutzt man einen auf dem Kraftarm verschiebbaren Kasten, welcher mit schwer wiegenden Gegenständen, z. B. Roheisenstücken je nach der abzubalancirenden Last gefüllt wird; auch hat man besondere Contrebalanciers, so bei dem Bohrversuch zu Rohr[81]). Einen künstlichen Wasserregulator als Contrebalancier hat v. Oeynhausen bei dem ersten tiefen Bohrloch zu Neusalzwerk benutzt[82]).

[79]) v. Seckendorff: die Tiefbohrungen zu Schöningen, a. a. O. Bd. 9 B. S. 278.
[80]) v. Seckendorff a. a. O. Bd. 1 B. S. 66.
[81]) Unger a. a. O. Bd. 7 B. S. 4. 7.
[82]) v. Oeynhausen in Karsten u. v. Dechen Archiv 1847. Bd. 21. S. 143.

Zur Controle über die Leistungen der Arbeiter verbindet man mit dem Schwengel einen Hubzähler, welcher die Zahl der gemachten Hübe ermitteln lässt.

Andere weniger vollkommene Schwengel haben vorn einen Sector, über welchen eine an einen Haken befestigte Kette zur Verbindung mit dem Gestänge hängt; beim Vertiefen des Bohrlochs fügt man zur Verlängerung der Kette neue Glieder ein. — Hierher gehört auch das stossende Bohren nach englischer Methode[83]), wie es in Westfalen bei vielen Schürfbohrlöchern angewendet wurde. Der Schwengel besteht in einem 21 bis 22 Meter langen Stamm, welcher am Wurzelende dicht über der Erdoberfläche mittelst Zapfen in ein festes Gerüst eingespannt ist; auf $^2/_3$ der Länge ist er durch ein auf einem Erdwall liegendes Stück Holz unterstützt. Etwa 1,883 Meter vom Gipfelende befindet sich ein Haken, an dem das Bohrgestänge mittelst kurzer Kette aufgehängt wird, unmittelbar am Gipfelende sind horizontale Handhaben und davor Bretterbühnen für die Arbeiter angebracht. Man kann bei dieser Vorrichtung nur mit steifem Gestänge bohren, weil nur geringer Hub möglich ist; es müssen sehr viel Schläge gemacht werden, wohl 50 und mehr in der Minute, wobei der Meissel auf der Bohrlochssohle gleichsam tanzt, indem er durch die federnde Kraft des Schwengels jedes Mal gehoben wird. Man erhält sehr schwer gerade Bohrlöcher, auch ist die Vorrichtung nur bei geringen Tiefen anwendbar. Rückt die Tiefe vor, so muss das den Schwengelbaum unterstützende Holz dem Gipfelende genähert werden.

Man hat auch Bohrlöcher niedergebracht, indem man das Gestänge an ein auf einen Haspel aufgelegtes Seil oder an eine Kette befestigte[84]) und nun durch Auf- und Abwickeln des Seils vom Haspel um die jedesmalige Hubhöhe den Schlag ausführte, wobei die Arbeiter die Haspelhörner fortdauernd in der Hand führen müssen. Die Vorrichtung ist allerdings sehr einfach, aber von geringem Effect und nur anwendbar bei mässigen Tiefen und kleinem Durchmesser.

Bei der von Kindermann angewandten Methode, Bohrschächte niederzubringen[85]), wurde ebenfalls mittelst Haspel und zwar mit Vorgelege gearbeitet; das Gestänge war durch einen Haken mit langem Hebelsarm gefangen, welcher in eine am Gestänge befindliche Hülse eingriff; drückte man den Hebelsarm nieder, so liess der Haken los und das Gestänge fiel nieder, ähnlich wie es bei Rammvorrichtungen der Fall ist. Diese Bohrmethode ist nur bei weiten Löchern möglich und gestattet kein Umsetzen, auch liegt der Zug nicht in der Gestängeachse, was indess durch angebrachte Leitungen bewirkt werden kann.

Die beschriebenen Schwengeleinrichtungen dienen zum Bohren mit-

[83]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 8 A. S. 200.

[84]) Beer a. a. O. S. 27.

[85]) Huyssen in Karsten u. v. Dechen Archiv 1854. Bd. 26 I. S. 88.

telst Menschenkraft. Bei dem früheren Bohren mit steifem Gestänge musste man den Hub um so geringer nehmen, je grösser die Tiefe wurde; bei Anwendung der Freifallapparate hat man im Allgemeinen einen Hub von 470 bis 680 Millimeter, mehr oder weniger je nach der Beschaffenheit des Gebirges, bei sehr weichem Gebirge auch wohl nur 260 Millimeter. Die Regulirung des Hubes erfolgt durch die Stellschraube, sowie durch Verlegung der Achse des Schwengels in der Docke. Die Arbeiter greifen an den Druckbaum oder an die auf demselben angebrachten Handhaben an und arbeiten 15, 20 oder auch 25 Minuten hintereinander fort (Bohrschauer oder Bohrhitzen), worauf eine Pause von etwa 5 Minuten folgt; diese Pausen müssen nach Möglichkeit abgekürzt werden, weil sie, abgesehen vom Zeitverlust, Veranlassung geben, dass das Bohrloch sich verschlämmt, namentlich wenn in thonigem Gebirge gebohrt wird. Die Zahl der Schläge hängt mit dem Hube zusammen, man muss mehr Schläge geben bei geringerem Hube: in Schöningen machte man nicht mehr als 18 Hübe in der Minute, was mit Einrechnung der Arbeitspausen nur $13^1/_2$ bis 15 in der Minute Arbeitszeit ausmachte[86]).

d. Maschinen.

Die Anwendung von einfachen Maschinen, wie Haspel- und Treträder bedingt immer noch die Menschenkraft; die Treträder stehen auch noch in Anwendung. Diese Maschinen dienten dazu, eine Welle mit Daumscheiben oder auch eine Triebscheibe mit Triebstöcken zu bewegen, welche auf einen Bohrschwengel wirkten, dessen Arme natürlich andere Verhältnisse erhalten mussten, als beim directen Angreifen durch Menschen. Kind benutzte bei dem Bohrversuch zu Cessingen ein 5,963 Meter hohes, 2,511 Meter breites Trittrad, an welchem 6 Mann inwendig, 6 Mann auswendig wirkten; durch das Trittrad wurde ein gusseisernes Getriebe mit 4 Stangen bewegt, welche den Schwengel am Kopfende, wie beim Aufwerfhammer angriffen. Nach Rost sollen grössere Räder benutzt werden, nicht unter 5,649 Meter Durchmesser und 3,452 Meter Breite; bei dieser Einrichtung wirkte eine Daumwelle, wie beim Schwanzhammer, auf den Schwengel, der an seinem Angriffspunkt einen verstählten Schnabel trägt, auf welchen die Daumen aufschlagen.

Ohne Verwendung der Menschenkraft dienen die Wasserräder. Bei einem Bohrversuche zu Kösen wurde durch das Wasserrad mittelst Vorgelege eine Welle betrieben, auf welcher die Löffelseiltrommel angebracht war; von dieser Welle vermittelte ein Vorgelege die Bewegung einer anderen, welche mit einem excentrischen Krummzapfen an den Bohrschwengel griff; hierbei war die Verbindung eine dauernde und verursachte zu viel Reibung, weshalb man diese Einrichtung wieder abwarf und zu den Daumscheiben zurückkehrte. Ausser den beiden genannten Wellen

[86]) v. Seckendorff a. a. O. Bd. 1 B. S. 96.

war noch eine dritte vorhanden, welche die Bandseilscheibe zum Einlassen und Ausholen des Gestänges trug. Der Schwengel konnte auch durch Verlegen des Angriffspunktes zum Handbohren mittelst Menschenkraft geeignet gemacht werden. — Auch bei dem Bohrversuche zu Dettingen verrichtete das Wasserrad nicht nur die Bohrarbeit, sondern auch das Löffeln, sowie das Einlassen und Ausholen des Gestänges. — Die Wasserräder haben für die Nebenarbeiten (Löffeln und Fördern des Gestänges) den Nachtheil, dass sie nur nach einer Richtung umlaufen, was man in Dettingen durch konische Kuppelungen beseitigte.

In neuerer Zeit benutzt man als bewegende Kraft bei bedeutenden Bohrungen wohl ausschliesslich die Dampfmaschine in drei verschiedenen Arten: 1. rotirende mit Daumwelle oder durch Vermittelung von Krummzapfen, 2. einfach wirkender Cylinder, welcher direct über dem Bohrloch steht, 3. einfach wirkender Cylinder, welcher am Kraftarm des Schwengels angreift. Die Bohrmaschine muss stets mit der Hand gesteuert werden, um die Maschine bei jedem Hindernisse, welches sich der Bohrarbeit entgegengestellt, stets in der Gewalt zu haben. Zum Fördern des Gestänges hat man eine besondere Maschine, welche doppelt wirkend ist und auch zum Löffeln dient. Auch beim Bohren mit Dampfmaschinen sind Schlagfedern und Contrebalancen nothwendig[87]). Bei einfach wirkender Dampfmaschine darf nur so weit balancirt werden, dass im Gestänge noch genug Uebergewicht ist, um nach dem Abfallen der Effectstücke zurückzugehen. Hierbei ist vor Allem das Kind'sche Freifallinstrument zu benutzen. Bei dem Bohrversuch zu Rohr hatte die Bohrmaschine einen Cylinder von 314 Millimeter Durchmesser, bis 942 Millimeter Hub gestattend, sie arbeitete mit Hochdruck. Die Fördermaschine war eine Hochdruckmaschine mit zwei liegenden Cylindern von 314 Millimeter Durchmesser und mit 628 Millimeter Schub. Der Contrebalancier war von Eichenholz, vorn mit einem beweglichen schmiedeeisernen Kopf, mit dem er an dem Gestänge befestigt werden konnte; er war 392 Millimeter hoch, 314 Millimeter stark, nach vorn 1,883 Meter, nach hinten 2,511 Meter lang, am hinteren Ende befanden sich zwei eiserne Schienen, an denen ein beschwerter Blechkasten zur Contrebalance hing, welcher durch Rollen in gusseisernen Leitungen stets vertical gehalten wurde. Der Prellfederbock stand 1,569 Meter in der Erde; die Prellfeder war 2,511 Meter lang, 209 Millimeter im Quadrat stark aus Fichtenholz; aus der Mitte der Feder gingen zwei eiserne Schienen nach unten, welche das hintere Ende des Balanciers umfassten und unten durch eine Platte verbunden waren, so dass der Balancier oben gegen die Feder, unten gegen die Platte schlug; die Platte wurde bei Hubveränderungen mit 78 Millimeter starken Holzstangen belegt, um ein früheres Aufschlagen des Balanciers zu bewirken. Bei einem Bohrversuche auf der Königsgrube in Oberschlesien hatte der

[87]) Unger a. a. O. Bd. 7 B. S. 4. — v. Seckendorff a. a. O. Bd. 9 B. S. 278.

Bohrcylinder 392 Millimeter Durchmesser, 942 Millimeter Hub; der Balancier in gleicher Stärke, wie zu Rohr, hatte die Arme im Verhältniss von $5^1/_3 : 7^2/_3$ getheilt; zum Prellen waren über dem Balancier und unter dem Blechkasten Gummipuffer statt der Feder angebracht. Zum Fördern diente eine Zwillingsmaschine von 30 Pferdekraft, 405 Millimeter Cylinderdurchmesser und 628 Millimeter Hub; diese Maschine konnte ein 3500 Kilogr. schweres Gestänge aus 630 Meter Tiefe mit 628 Millimeter Geschwindigkeit in der Sekunde fördern; beim Löffeln machte sie 1,569 Meter Geschwindigkeit in der Sekunde.

Die dritte Art der Anwendung von Dampfmaschinen, bei welcher die Kolbenstange des einfach wirkenden Dampfcylinders direct an den Bohrschwengel angreift, ist vorzugsweise bei den von Kind geleiteten Bohrarbeiten, namentlich beim Abbohren von Schächten, benutzt worden[88]); doch scheint die zweite Art der Anwendung die einfachere zu sein.

Man ist aber bei den späteren Tiefbohrungen zu Elmen davon abgegangen, einen directen Angriff auf das Bohrgestänge herzustellen, sondern hat die Maschine seitwärts gestellt und überträgt die Kraft vom Dampfcylinder auf das Gestänge durch Vermittelung eines Schwengels. Jene ältere Einrichtung hatte den Nachtheil, dass sie grösseren Zeitaufwand erforderte, wenn zum Zwecke des Ausholens und Einlassens des Gestänges, des Löffelns u. dgl. m. das Bohrloch frei gemacht und der Dampfcylinder beseitigt werden musste, ferner leidet durch plötzlichen Hubwechsel Gestänge und Maschine in hohem Grade, so dass der Dampfcylinderkolben fast alle Woche einmal neu gelidert werden musste. Auch die seitwärts stehende Maschine wurde zu Elmen einfach wirkend construirt mit Wilson'schem Drehschieber, der mittelst der Hand gesteuert wird; die Geradführung der Kolbenstange erfolgt durch einen Kreuzkopf mit zwei Armen, an deren Enden Leitklötze zur Führung in zwei am Cylinderdeckel verschraubten Führungsstangen angebracht sind. Vom Kreuzkopf führen drei englische Ketten zum Bohrschwengel, welcher vorn mit einem Bogenstück versehen ist, an welches die Ketten angreifen.

Zu Schöningen[89]) benutzte man eine kleine 4 Pferdekräfte starke Dampfmaschine, von der man die Kraft mittelst Treibriemen auf eine höher gelegene Triebwelle übertrug; diese endigte in eine Kurbel, von der aus mittelst Kurbelstange die Verbindung mit dem Bohrschwengel hergestellt wurde. Diese Einrichtung gestattete zugleich die Inbetriebsetzung des Seilkorbs und Löffelseilhaspels, deren Welle mit der ersten Welle wiederum durch Treibriemen verbunden war. Der steife Angriff an den Schwengel gab zu grossem Hubverlust Veranlassung, weshalb man später die Verbin-

[88]) Verfahren des Bergingenieurs Kind beim Abbohren fahrbarer Schächte in allgem. berg- u. hüttenm. Zeitung von Dr. Hartmann. 1861. S. 417. Nach Chaudron in Annales des travaux publics de Belgique Bd. 18.

[89]) v. Seckendorff a. a. O. Bd. 9 B. S. 276.

dung des Schwengels mit der Triebwelle elastisch machte, indem man die Stange zwischen Kurbel und Schwengel mit einem Pufferapparat in Verbindung brachte.

Auch bei einer Tiefbohrung am Stemmer Berg bei Obernkirchen[90]) übertrug man mittelst Treibriemen die Kraft auf die Schwengelwelle und von dieser mittelst Kurbelstange auf den Schwengel. Auch ist diese Art der Uebertragung bei Benutzung gewöhnlicher Locomobilen zum Diamantbohren im Gebrauch. Eine zweckmässige Bohrvorrichtung hat die Maschinenfabrik von Koebner und Kanty zu Breslau getroffen und in Oberschlesien mehrfach, auch anderwärts, zur Anwendung gebracht. Eine aufrecht stehende Maschine mit einem Cylinder von 23,5 Centimeter Durchmesser und 62,75 Centimeter Hub bewegt den Bohrhebel, während eine Zwillingsmaschine das Fördern des Gestänges, so wie das Löffeln besorgt; die letztere ist deshalb mit zwei ausrückbaren Trommeln versehen, von denen die eine das Seil zum Fördern des Gestänges, die andere das Löffelseil trägt. Ein Field'scher Dampfkessel dient zur Erzeugung der Dämpfe für beide Maschinen.

Hier dürfte noch ein Vorschlag zu erwähnen sein, welchen Wilcke für das selbstthätige Umsetzen des Bohrers am Gestänge macht, um dasselbe unabhängig von dem Krückelführer zu bewirken; es ist ja richtig, dass das Umsetzen des Bohrers durch Menschenhand, namentlich beim Bohren in grösserer Tiefe, unsicher ist und leicht zum Bohren sog. Füchse und dadurch zu Verklemmungen Veranlassung bietet. Wilcke will an Stelle des Krückels dem Gestänge ein horizontales Rad anfügen, welches an seiner Peripherie so viel Zähne erhält, als der Bohrer bei seinem vollen Umgange im Loche Stösse machen soll, was sich selbstredend nach der Festigkeit des Gebirges richtet. Dieses Zahnrad greift in ein senkrechtes Getriebe, dessen Höhe dem Hube des Gestänges entspricht; die dem Getriebe mitgetheilte Bewegung wird durch Vermittelung zweier konischer Räder, eines horizontalen und eines verticalen, so wie durch einen Krummzapfen auf eine senkrechte Bläuelstange übertragen, welche mit dem Bohrschwengel gekuppelt ist. Beim Auf- und Abgehen des Schwengels wird die Bläuelstange gleichfalls auf- und abbewegt, die senkrechte Bewegung durch die Kurbel und die Getrieberäder in eine horizontale umgewandelt und auf das Zahnrad am Gestänge übertragen, mit welchem das Gestänge, beziehungsweise der Bohrmeissel in kreisförmige Bewegung gesetzt wird, indem beim Fortbetrieb jedes Zahnes im Rade der Meissel umsetzt[91]).

[90]) Schantz: maschinelle Tiefbohrung am Stemmer Berg bei Obernkirchen in berg- und hüttenm. Zeitung v. Bornemann u. Kerl. 1860. S. 209.

[91]) Wilcke in berg- und hüttenm. Zeitung von Kerl und Wimmer. Leipzig 1875. S. 9.

IV. Das Löffeln.

Sobald die Vertiefung nicht weiter vorschreitet, muss man zur Beseitigung des Bohrschmands übergehen, was mittelst des Löffelns erfolgt[92]). Der oben S. 67 beschriebene Löffel wird an dem Löffelseil in das Bohrloch bis auf die Sohle eingelassen; seltener, besonders wenn der Bohrschmand sehr steif ist, benutzt man statt des Seils das Gestänge, auch bei starkem Nachfall ist die Benutzung des Gestänges nicht zu umgehen, doch ist es immer sehr zeitraubend. Beim Löffeln mittelst Seil wird über dem Löffel, um ihn schwerer zu machen, eine 1,883 bis 2,5 Meter lange Hilfsstange aufgeschraubt, welche durch einen Wirbel mit dem Seile verbunden wird. Man lässt den Löffel schnell hinunterfahren und hemmt seinen Lauf nur durch die am Löffelseilkorb angebrachte Bremse; bei wiederholtem Heben und Auffallenlassen des Löffels auf die Bohrlochsohle tritt der Bohrschmand durch das Ventil am Boden in den Löffel. Wie oft zu löffeln ist, und wie lange das Aufschlagen zu erfolgen hat, richtet sich nach der Beschaffenheit des Gebirges, meistens reichen 5 Minuten hin; die Arbeit geht schneller, wenn der Schlamm eine gleichförmige Masse gebildet hat, am schlechtesten, wenn sich Thonwülste in der Schlammmasse anhäufen, die vor Ort nicht durch das Gewicht des Löffels zerdrückt werden. Bei einem 630 Meter tiefen Bohrloche erfolgt das Einlassen des Löffels mittelst Haspel binnen 7 Minuten, das Ausholen in 24 Minuten; es ist dies eine sehr wesentliche Zeitersparung gegen das Löffeln mit dem Gestänge[93]). Bei einem Bohrloche in der Gegend von Ischl im Haselgebirge, welches ganz trocken blieb, machte man die Erfahrung, dass der drehend gehandhabte gewöhnliche Löffel bei nur mässiger Tiefe den Dienst versagte, indem er sich nicht mehr drehte und das Bohrmehl nicht aufnahm. Man schritt deshalb zu sehr complicirten Constructionen des Löffels[94]), welche allerdings das Reinigen des Loches gestatteten. Im vorliegenden Falle, wo es darauf ankam, das Loch wasserfrei zu erhalten, glaubte man zu diesen Vorrichtungen genöthigt zu sein; in anderen Fällen hat sich überall der gewöhnliche Klappenlöffel, wenn er gehörig beschwert und stossend, wie eine Ramme, am Seile gehandhabt wurde, auch in sehr grossen Tiefen völlig ausreichend gefunden.

Bei einem Bohrloche in der Nähe von Sterkrade bei Oberhausen hat van Eicken[95]) einen aufsteigenden Wasserstrom benutzt, um das Bohrmehl während der Bohrarbeit zu Tage zu bringen, das Löffeln also ganz vermieden; das Bohrloch erreichte eine Tiefe von 148 Meter. Dasselbe wurde drehend niedergebracht. Das Bohrgestänge bestand aus 39 Millimeter im

[92]) Soulié et Lacour a. a. O. p. 78.

[93]) v. Seckendorff a. a. O. Bd. 1 B. S. 99, auch ebenda Bd. 10 B. S. 251.

[94]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1874. S. 164.

[95]) v. Eicken: Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 13 B. S. 177.

Lichten weiten Gasleitungsröhren und auch der Schappenbohrer war an einem solchen Rohre befindlich; der oberste Theil des Bohrgestänges bestand aus einem |— förmigen 52 Millimeter weiten Gasrohr, dessen unteres Ende an das Gestänge angeschraubt und auf demselben drehbar war, während das obere durch einen eisernen, mit einem Ringe versehenen Stopfen verschlossen wurde, mit welchem das ganze Gestänge an der Kabelkette hing. Das seitwärts liegende Stück war an ein mit Gelenken versehenes, das Drehen des Apparates gestattendes Rohrstück gefügt, in welches mittelst einer Centrifugalpumpe Wasser gepumpt wurde. Durch den auf diese Weise in dem hohlen Bohrgestänge erzeugten Wasserstrom wurde das Bohrmehl aus der Schappe gespült und mit dem ausserhalb der Bohrröhren wieder aufsteigenden Wasser zu Tage geführt. Das hier angedeutete Verfahren entspricht vollständig der sog. dänischen Bohrmethode und wird weiter unten noch ausführlicher erörtert werden.

V. Fanginstrumente[96]).

Die Fanginstrumente haben den Zweck, während der Bohrarbeit an den arbeitenden Theilen oder während des Löffelns am Seile vorgekommene Brüche zu beseitigen und die in dem Loche stecken gebliebenen Theile wieder zu fangen und das Loch frei zu machen. Die Zahl dieser Instrumente ist unendlich gross, indess beschränkt man sich jetzt, wo man für Tiefbohrungen die Löcher weit nimmt und Freifallapparate anwendet, schwere Unfälle daher zu den Seltenheiten gehören, vorzugsweise auf den Gebrauch des Glückshakens, der Fallfangscheere und für Seilbrüche des Krätzers; ausserdem bedient man sich bei besonders gearteten Brüchen noch einzelner anderer Instrumente, und verwickelte Ereignisse bedürfen eigenthümlicher Erfindungen, die der Bohrmeister zu ersinnen hat.

Im Allgemeinen ist zu erwähnen, dass man, wenn zum Bohren ein Holzgestänge benutzt wird, ein besonderes eisernes Fanggestänge in Bereitschaft haben muss, was als ein Nachtheil für das Holzgestänge hervorzuheben ist; indess ist ein solches besonderes Gestänge auch oft bei der Anwendung eines eisernen Bohrgestänges erforderlich und muss dann stärker als dieses sein. Zuweilen beseitigt man die im Loche befindlichen Theile, indem man sie einzeln abschraubt, dann muss man mit dem Fanggestänge links drehen können, was man erreicht, indem man ihm links geschnittene Schrauben giebt oder die rechts geschnittenen Schrauben durch die oben S. 73 beschriebenen Hilfsmittel feststellt. Alle Fanginstrumente müssen von dem ausgesuchtesten Eisen angefertigt werden und genau für den zu beseitigenden Bruch gestellt und abgeändert sein.

[96]) Jul. Noth: Beseitigung einiger beim Erdbohren häufig vorkommenden Unfälle in berg- und hüttenm. Jahrbuch der k. k. Bergakademien zu Leoben und Przibram u. der k. ungar. Bergakademie zu Schemnitz. Wien 1874. S. 155.

1. Der Glückshaken dient hauptsächlich zum Fangen des Gestänges, wenn dasselbe dicht über einer Wulst gerissen oder im Bohrloche abgeschraubt ist, und hat den Zweck, die Stange unter der Wulst zu fassen. Es ist ein rechtwinkelig gegen die Achse des Fanggestänges stehender Haken, mit welchem man unter die Wulst der im Loche stehenden Stange greifen kann und dessen Biegung je nach der Lage der zu fangenden Stange verändert werden kann. Man hat demselben die mannigfachsten Formen gegeben[97]). Der Glückshaken muss so eingerichtet sein, dass man das gefangene Gestänge wieder loslassen kann; ist dies unter Umständen nicht möglich, so muss man einen zweiten Glückshaken, diesen aber im Gegensatz zum ersten links gestellt, einführen, wobei dann auch das Gestänge zum Linksabschrauben eingerichtet sein muss[98]). Der Glückshaken dient zuweilen auch nur zum Festhalten und Graderichten der im Loche befindlichen Theile, wenn man obere Stücke davon nach und nach mit anderen Instrumenten abschrauben will.

2. Aehnlichkeit mit dem vorigen hat der Löffelhaken, bei dem die hakenförmige Umbiegung spitzwinkelig gegen die Achse des Gestänges gerichtet ist; bisweilen hat man hier auch einen Doppelhaken, d. h. an jeder Seite des Gestänges einen. Er dient dazu, die Gabel des steckengebliebenen Löffels zu fassen. Uebrigens kann man zu diesem Zweck auch jeden Glückshaken anwenden.

3. Sehr nahe verwandt ist auch der Geisfuss (Fangschuh, Fingerhaken)[99]), der gleichfalls zum Fangen bei Brüchen oberhalb der Stangenwülste dient, auch besonders bei derartigen Meisselbrüchen. Die krummen Seiten lässt man an der dem Bruche gegenüberliegenden Wand gleiten, sucht, sobald man den Bruch fühlt, durch Andrücken an die Bohrlochswand den Haken unter den Bund zu schieben und holt, wenn man gefangen hat, auf.

4. Zum Fangen am Bunde dient auch die Kluppe (Kluft, Federhaken). Dieselbe hat zwei oder vier federnde Arme mit hakenförmigen Ansätzen am unteren Ende; das Instrument soll über das Stangenende geschoben werden, um dann mit den Haken den Bund zu fassen, es ist aber rathsam, dasselbe nur bei nicht grossem Gewicht zu benutzen. Statt der hakenförmigen Vorsprünge hat man auch Einkerbungen, in denen sich der Bund festsetzen soll; bei zwei Armen heisst das Instrument dann Fang- oder Wolfsrachen, bei 3 und 4 Armen Federwiderhaken. — Ein ähnliches Instrument mit federnden Armen beschreibt Ottiliä[100]), bei dem über die Arme ein Ring geschoben ist, welcher für verschiedene Dimen-

[97]) Unger: a. a. O. Bd. 7 B. S. 18. — v. Seckendorff: a. a. O. Bd. 1 B. S. 77. — Ottiliä, ebenda. Bd. 7. S. 226. — Beer: a. a. O. S. 204.

[98]) Unger: a. a. O. Bd. 7 B. S. 18.

[99]) Beer: a. a. O. S. 228.

[100]) Ottiliä: a. a. O. Bd. 7 B. S. 227.

sionen der zu fangenden Stücke hoch und niedrig gestellt werden kann. — Zu demselben Zwecke dient auch die Federfalle, (Fangscheere, Fangfeder)[101]), aber nur bei engen Bohrlöchern, wo die Fallfangscheere nicht anwendbar ist; sie besteht aus zwei oder vier Federn, welche an der innern Seite eines Ringes angenietet sind; mit diesen Federn sucht man über das Stangenende hinwegzukommen, wo sich dann beim Anholen der Bund der Stange auf die Federn aufsetzt. — Statt der Federn sind bei der Klappenbüchse[102]) zwei Klappen angebracht, welche in Charnieren an der innern Seite des Ringes nach oben beweglich sind; beim Niedergehen werden die Klappen durch das Stangenende in die Höhe gehoben, sobald das Instrument aber wieder nach oben bewegt wird, legt sich der Bund auf die Klappen.

5. Das beste Fanginstrument ist ohne Zweifel die Fallfangscheere[103]) (auch Fingerfalle, Fangescheere, Zangenfanghaken, Kloben genannt), welche bei allen Brüchen benutzt werden kann, während die bisher genannten zu ihrer Anwendung die Bedingung haben, dass noch ein Bund einer Stange oder des Meissels im Loche ist. Dies Instrument besteht aus zwei Theilen, aus der Glocke und der eigentlichen Fangscheere. An einer Stange, die sich unten gabelförmig theilt, ist ein glockenförmiger Ring angenietet, kreuzweis gegen die Arme der Glocke sind zwei federnde Arme gestellt, welche oben mit einem übergeschobenen, verschiebbaren Ringe an der Glockenstange festgehalten werden, mit ihren unteren Enden aber in die Glocke hineingehen, wo sie sich in Nuten, die an der inneren Glockenwand angebracht sind, einlegen; die federnden Arme sind mit gestählten und geschärften Zähnen versehen. Bisweilen hat man noch an der äussern Wand der Glocke einen Glückshaken angenietet, der dazu bestimmt ist, das Ende des abgebrochenen Stücks, wenn es sich schief gestellt hat, aufzurichten und in das Innere der Glocke zu führen. Einige Centimeter über dem verschiebbaren Ring ist in der Glockenstange ein eiserner kleiner Keil angebracht, welcher den Ring, wenn er und mit ihm die federnden Arme gehoben werden, fasst. In diese Stellung muss das Instrument vor dem Einlassen gebracht werden, ausserdem bringt man zwischen die Zähne der federnden Arme ein Holzstückchen, um die Arme offen zu erhalten; dieselben dürfen aus den Nuten nicht vorstehen, weshalb die Nuten so tief gemacht werden, dass man bei geringerer Eisenstärke der zu fangenden Gegenstände die Nuten mit Holz ausfüttern muss. Führt man das in solcher Weise festgestellte Instrument ein, so umfasst die Glocke das Ende des abgebrochenen Stücks oder der Glückshaken führt dasselbe in die Glocke; beim weiteren Niedergehen wird der Holzkeil herausgestossen, die Arme sinken und klappen zusammen, das abgebrochene Stück zwischen sich

[101]) Ottiliä: ebenda S. 227.
[102]) Ottiliä: ebenda S. 227.
[103]) Beer: a. a. O. S. 223.

nehmend. Haben die Arme einmal gefasst, so kann man nicht wieder los, so dass, wenn bei starken Klemmungen neue Brüche entstehen, mit neuen Fanginstrumenten hineingegangen werden muss.

Um auch diesem Uebelstande zu begegnen, benutzte man bei dem Bohrversuch zu Scherfede[104]) eine abgeänderte Construction. Die Arme sind an einer Hülse befestigt, welche sich auf einer Spindel auf- und abbewegen kann, an derselben Spindel, welche nach Unten durch eine Schraubenmutter abgeschlossen ist, befindet sich unterhalb der ersten eine zweite, bewegliche Hülse; über der ersten Hülse ist ein Schraubengewinde an der Spindel angebracht, dem eine Mutterschraube in der oberen Spindel entspricht. Wenn der Apparat durch das Sperrholz zwischen den Zangenarmen festgestellt ist, ruht die untere Hülse auf dem Kopf der abschliessenden Schraube, die obere Hülse steht unterhalb des Schraubengewindes;

Fig. 65.

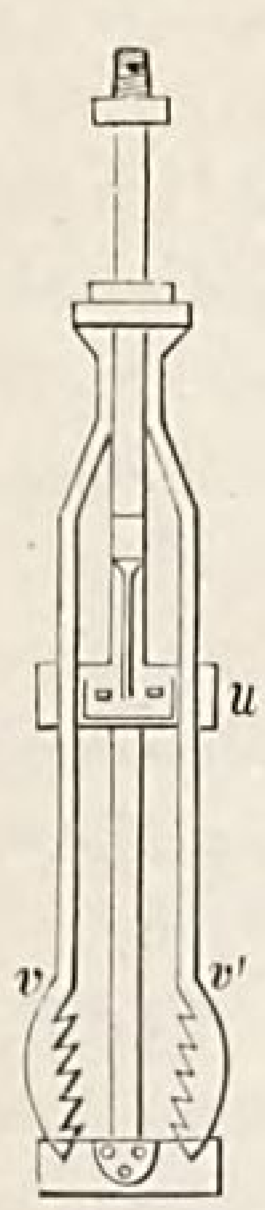
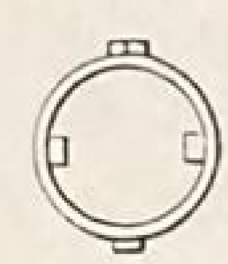


Fig. 66.



Fig. 67.



stösst der Bruch das Sperrholz fort, so fallen die Arme so tief, dass die obere Hülse auf der unteren aufliegt, beim Aufziehen des ganzen Apparats fassen sie den Bruch. Will man das Instrument lösen, so senkt man das Gestänge vorsichtig so tief, dass das Schraubengewinde an der Spindel an die obere Hülse heranreicht, man schraubt vorsichtig ein und kann nun die Arme heben, die Spindel zieht sich durch die untere Hülse bis zu deren wiederholter Auflagerung auf den Schraubenkopf, wodurch dann die Arme wieder frei werden.

In anderer Weise wird derselbe Zweck durch die in Fig. 65. 66. 67. dargestellte Construction[105]) erreicht. Zwischen den beiden Klauenschenkeln v und v' der Fallfangsscheere, deren Zapfenenden durch die Klauenschenkel hindurch gesteckt und auf jedem Ende mit zwei Nieten festgehalten werden,

[104]) Grund: in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 9 B. S. 158.

[105]) Versuche und Verbesserungen beim Bergwerksbetrieb in Preussen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 20 B. S. 388.

ist ein Riegel u angebracht; beim Oeffnen und Schliessen der Fallfangscheere müssen die Zapfen in den Schenkeln hin- und hergleiten können. An der Verstärkung des Riegels u ist auf beiden Seiten eine Kerbe eingehauen, in welche die Federhaken s eingreifen und die Schenkel geöffnet erhalten. Unter dem Riegel u ist eine Blechscheibe festgenietet, welche das Bohrloch so weit ausfüllen muss, dass zwischen ihrem Rande und der Bohrlochswand kein eisernes Gestänge hindurch gleiten kann. Soll die Fallfangscheere wieder frei gemacht werden, so lässt man sie mit dem Fanggestänge so tief nieder, dass das abgebrochene Ende des Bohrgestänges unter die Blechscheibe stösst und mittelst dieser und des Riegels u die beiden Klauenschenkel v und v' an derselben Stelle so lange hoch hält, bis das Gehäuse der Fallfangscheere, an welchem die Feder s oben in der Gabel angebracht ist, so tief im Bohrloche niedergelassen ist, dass die Haken der Feder s in die Kerben am Riegel u eingehakt sind; diese halten die Klauenschenkel v und v' beim Aufziehen des Fanggestänges geöffnet, so dass die Fallfangscheere gelöst ist.

6. Die Schraubentute (Trompete, Fangmutter) ist eine kegelförmige Glocke mit innerer, konischer, scharf geschnittener und verstählter Schraubenmutter; sie dient bei eisernen Stangen, welche unter dem Bunde abgebrochen sind und ziemlich aufrecht stehen, zum Einschneiden von Gängen und dadurch Festschrauben des abgebrochenen Stückes; der Durchmesser der Schraube in der Tute muss gleich der Diagonale der anzuschneidenden Stange sein. Liegt der Bruch schräg, so kann man die Glocke verlängern, um den Bruch aufzurichten und in die Glocke hineinzuführen. Dieses Instrument ist indess wohl nur für enge Bohrlöcher geeignet.

7. Der Krätzer dient sowohl zum Fangen des Gestänges unterhalb eines Bundes, wie des abgerissenen Seiles. Er ist nichts anderes als eine dreieckige Schraubenmutter mit offenen Gängen und wird über einen Dorn mit spiralförmig eingeschnittener Schraubenmutter geschmiedet; er muss aussen vollkommen glatt sein, innen eine gut verstählte Schärfe haben, um sich in die zu fangenden Gegenstände gleichsam einzuschrauben; der innere Durchmesser muss ein wenig geringer sein, als der zu fassende Stangenbruch. Man hat einfache und doppelte Krätzer, bei den letzteren sind zwei Schraubenspiralen nach entgegengesetster Richtung mit einander verbunden. Dieses Instrument kann auch dienen, um einen Löffel, von dem der obere Bügel abgerissen ist, zu fangen, indess wird hierbei der Cylinder des Löffels durch Einschneiden der Spitze zerstört.

8. Zum Fangen kleiner Eisentheile, Meisselblattstücke u. dgl. m., welche auf der Bohrlochssohle aufliegen, dient die Spinne oder Spinnenbüchse vom Bohrmeister Ebert 1842 angegeben. Es ist ein Blechcylinder, an dessen unteren Rande eine grössere Zahl biegsamer Streifen von Blech oder Eisen angenietet sind; beim Aufstossen des Instruments auf die Bohrlochssohle biegen sich die Streifen nach Innen um und sollen die auf der Sohle befindlichen Gegenstände zwischen sich nehmen.

9. Zobel hat zum Fangen von Eisenstücken den sogenannten Eisenfänger angegeben[106]).

a. Zum Suchen und Fangen schwerer Bruchstücke, welche auch noch wohl in die Bohrlochswandungen eingeklemmt sind, dient der Eisenfänger mit Keil, der auch zum Abreissen und Aufholen von Bohrkernen benutzt werden kann. Er besteht aus einem rahmenartigen Gestell, dessen beide Arme sich nach Unten gabelförmig ausdehnen, und welche oben und an der Stelle, wo die Gabelung beginnt, durch Schraubenbolzen zusammengehalten werden; zwischen den Armen liegt eine links geschnittene Schraubenspindel, welche unten ein glattes und abgedrehtes Ende hat, auf dem ein eiserner durchlochter Keil aufsitzt. Um den unteren Bolzen des Gestellrahmens drehen sich die beiden Fangscheeren, welche sich nach Oben verlängern und an ihren Enden von dem Keil erfasst werden. Am untersten Ende der Schraubenspindel befindet sich ein Ansatz, welcher dazu dient, beim Drehen der Spindel den Keil mitzunehmen, wogegen ein oberer Ansatz an der Schraubenspindel verhindert, dass sich der Keil, wenn er zum Zusammenziehen der Zangenschenkel nach Oben bewegt wird, von denselben abzieht. Die Fangscheeren haben an ihrem unteren Ende Greifhaken, um die zu fangenden Gegenstände zwischen sich zu nehmen; sollen sie zum Abreissen und zur Aufnahme eines Bohrkerns dienen, so sind sie mit halbcylinderförmigen Blechen belegt, damit der Kern während des zu Tage Förderns nicht herausfällt.

b. Durch den Keil ist die Bewegung der Scheerenarme eine beschränkte, so dass nicht die ganze Bohrlochssohle abgesucht werden kann, wozu der Eisenfänger mit Parallelogramm benutzt wird. Die oberen Enden der Fangscheerenarme greifen mittelst Charniere in zwei Hebel, welche ihrerseits um einen gemeinschaftlichen, an dem unteren Ende der Schraubenspindel befindlichen Bolzen drehbar sind, auf diese Weise ist das Parallelogramm hergestellt. Die Zangenschenkel haben unten eine rechenähnliche Form, so dass sie gleichsam die Bohrlochssohle abkehren.

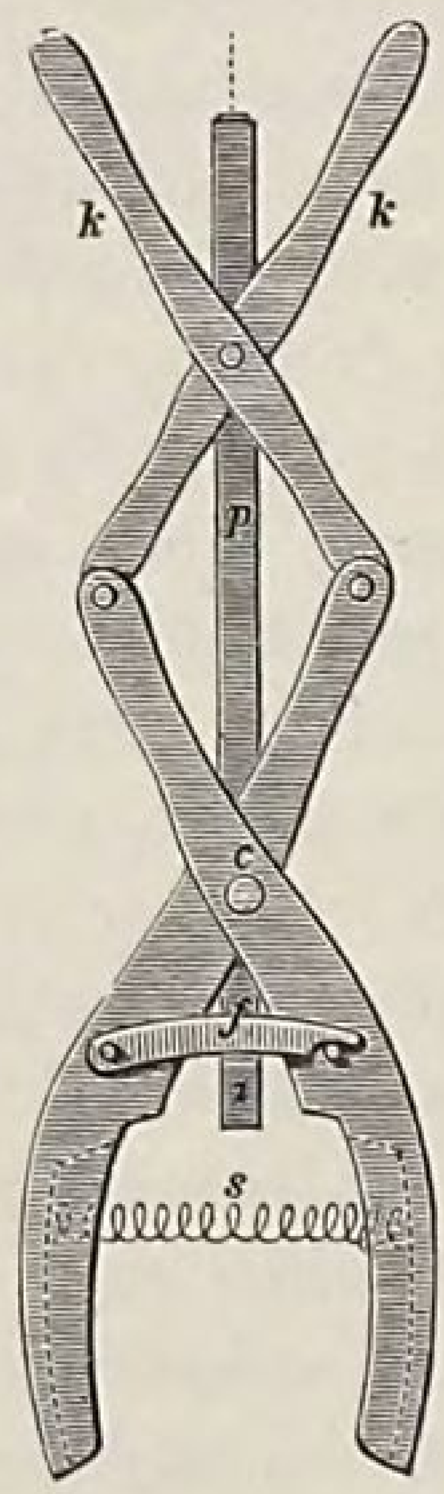
Beim Einlassen werden die Zangenschenkel geöffnet eingebracht; auf das Instrument werden 12,5 Meter Stangen aufgesetzt, die bei 11,25 Meter mit einer Leitung versehen sind; über den Stangen befindet sich eine Rutschscheere mit einem freien Spiel von wenigsten 314 Millimeter, worauf das gewöhnliche Gestänge folgt. Wenn das Instrument auf der Sohle angekommen ist, dreht man das Gestänge rechts; da die Spindel am Instrument links geschnitten ist, hebt sie die Stangen über sich, wozu die Rutsch-Scheere den Raum giebt, durch die Leitung bleibt das Untergestänge in der Bohrlochsachse. Durch das Drehen des Gestänges wird entweder der Keil oder das Parallelogramm gehoben und dadurch ein Zusammenziehen der Klauen bewirkt. Hat man nicht gefangen, so wird so lange wieder links gedreht, bis die Klauen auf Bohrlochsweite von Neuem geöffnet sind;

[106]) Zobel: in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 7 B. S. 35.

indem man das Ganze etwa einen Meter anhebt, dreht man den Apparat um etwa 90 Grad, wodurch den Klauen eine andere Stellung zu dem zu fangenden Stück gegeben wird, alsdann lässt man von Neuem nieder und schraubt rechts; kann man hierbei nicht so viele Umdrehungen machen, als zum völligen Zusammenziehen der Klauen nöthig sind, so ist der Beweis dafür, dass das zu fangende Stück sich zwischen den Klauen befindet.

10. Der Bohrkrätzer von Gaiski zu Corbeil[107]) besteht aus einer Zange, Fig. 68, deren untere Schenkel durch eine Spiralfeder s zusammengezogen werden; dieselben werden beim Einlassen durch den Riegel f

Fig. 68



auseinander gehalten. Die Zange ist an eine Scheere p angehängt, deren längerer Schenkel federt und unten mit einem Zahn z versehen ist; derselbe befindet sich beim Einhängen über dem Riegel f, rutscht aber beim Aufstossen des Krätzers auf die Bohrlochssohle noch weiter und greift unter den Riegel. Beim Aufheben öffnet der Zahn den Riegel und die Spiralfeder zieht die Schenkel des Krätzers zusammen, welcher die auf der Sohle befindlichen Gestein- oder Eisenstücke erfasst und zu Tage fördert. Hier werden die Schenkel k der Scheere durch einen Konus auseinander gedrückt, so dass sich die Krätzerzange öffnet und die zwischengefassten Stücke fallen lässt.

11. Von Kwěton wird berichtet, dass man in einem Bohrloche bei Judenburg zur Beseitigung von zurückgebliebenen Eisentheilen sich des

[107]) Nach v. Rittingers Ausstellungsbericht in berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1868. S. 355.

Elektromagnets bediente[108]). Man hatte versucht, den Eisenklotz zu zerbohren, aber nur erreicht, dass derselbe in zwei Theile getheilt worden war und beim Weiterbohren sehr viele Eisentheile sich auf der Bohrlochssohle anhäuften, welche beim Löffeln nicht beseitigt werden konnten und so einen wirksamen Schlag des Bohrers vor Ort verhinderten. Der Magnet war 100 Millimeter lang, hatte 50 Millimeter Spannung und bestand aus runden 0,7 Millimeter starken Stäben; er war mittelst einer 600 Meter langen Leitung auf eine Tragfähigkeit von $4^1/_2$ Kilogramm probirt worden, während das Bohrloch nur 231 Meter tief war. Der Magnet erhielt eine Umhüllung von Siegelwachs, nur wurden die beiden Pole freigelassen; er wurde mit den Leitungsdrähten verbunden und mit diesen an einem Hanfseil in das Bohrloch eingelassen. Nach Ankunft desselben auf der Sohle wurde die elektrische Batterie geschlossen und demnächst der Magnet wieder zu Tage geholt. Die Pole fanden sich mit Knäueln von Eisenspänen besetzt, was sich bei den folgenden Versuchen wiederholte, ohne dass die grösseren Stücke mit zu Tage kamen. Versuche über Tage ergaben, dass der Magnet zuerst die feineren Eisentheile anzog und dann die gröberen nicht mehr zu tragen vermochte, während, wenn man zuerst die gröberen anziehen liess, auch die feineren sich anhängen. Man hätte also wahrscheinlich, wenn man sämmtliche zerkleinerte Eisentheile aus dem Bohrloche mittelst des Magneten entfernt hätte, schliesslich auch die grösseren Stücke fassen können: indess wurde der Versuch nicht zu Ende geführt, weil man inzwischen weiter gebohrt und die Eisenstücke vollständig zerkleinert hatte. Wahrscheinlich wird, falls das Eisenbruchstück im Bohrloche nicht zu schwer ist, es gelingen, das ganze Stück mittelst des Magneten zu heben, doch darf man zuvor nicht dessen Zerbohrung vorgenommen haben, um keine Eisenspäne vor Ort zu haben, auch wird die Leitung durch ein Kabelseil zu erfolgen haben.

So lange man mit steifem Gestänge bohrte, gehörten die Brüche gewissermassen zur Tagesordnung und zeigten sich in allen Theilen und Höhen des Gestänges; mit Anwendung der Freifallapparate concentriren sich die Brüche in dem Untergestänge und kommen nur seltener im Obergestänge vor, sie sind dann meist Folgen nicht gehöriger Vorsicht, fortgesetzter Anwendung bereits schadhafter Arbeitstheile. Nach jedem Bruche hat der Bohrmeister den Ort und die Lage des Bruchs zu untersuchen; den Ort ermittelt er aus der Differenz der ganzen Länge des Gestänges und des herausgezogenen Theiles desselben, die Lage dadurch, dass er Abdruckbüchsen, mit Thon oder Wachs gefüllt, hineinführt, in welche sich der Kopf des abgerissenen Gestängetheils eindrückt; auch durch die Fanginstrumente, welche, ohne gefangen zu haben, zu Tage kommen, kann sich der Bohrmeister über Lage und Beschaffenheit des Bruchs unter-

[108]) J. Ritter v. Hauer berg- u. hüttenm. Jahrbuch der österr.-ungar. Bergakademien. Bd. 25. S. 4.

richten, indem dieselben meist die Stellen sichtbar machen, an welchen sie die abgebrochenen Stücke angegriffen haben.

Die meisten Brüche werden durch Meisselklemmungen veranlasst. Dieselben entstehen[109]: 1) durch zu tiefes Einhauen des Meissels vor Ort, namentlich wenn man aus festerem Gebirge in mildes eintritt; 2) durch Verschiedenartigkeit des Gesteins vor Ort und durch Vorhandensein von Schlechten und Klüften im Gebirge; 3) durch Abnutzung der Meisselecken; 4) durch Nachfall. Den beiden ersten Gründen begegnet man durch Verminderung des Hubs, dem dritten durch rechtzeitiges Einwechseln eines neuen scharfen Meissels, dem vierten kann nur durch künstliche Verwahrung der Bohrlochswände abgeholfen werden. Auch durch sogenannte Füchse können sehr leicht Klemmungen entstehen, welche durch Verschiedenartigkeit des Gesteins vor Ort oder auch bei Unaufmerksamkeit im Umsetzen des Meissels sich bilden; sie sind im Entstehen durch Zucken des Meissels vor- und rückwärts zu bemerken, später durch Schleudern im Gestänge. Sitzt der Meissel aus einer dieser Veranlassungen fest, so löst man durch kurze von unten nach oben geführte Schläge, die man auf das Gestänge wirken lässt; dazu setzen sich zwei bis vier Arbeiter auf den Druckbaum des Schwengels, die übrigen bewegen den so belasteten Kraftarm, bis die Lösung erreicht ist.

Auch beim Aufholen zeigen sich mitunter Klemmungen[110], wahrscheinlich durch Ansetzen von Bohrschmand in Gestalt von Wülsten, welche das Passiren des Meissels nicht gestatten. Man muss dann gleichfalls mit kurzen Stössen nach Oben arbeiten und dabei unter beständigem Drehen in die Höhe zu führen suchen, wodurch man die Wülste allmälig zerreibt und den Meissel löst.

Sind die Klemmungen durch die bezeichneten Mittel nicht zu beseitigen, so muss man grössere Kraftanstrengungen machen, indem man nach Anschrauben von Bohrbündeln an das Gestänge Wuchtbäume ansetzt oder zu noch grösserer Kraftleistung Bauschrauben anlegt.

Sind einzelne kleine Theile, namentlich Stücke des Meisselblattes trotz mehrfachen Suchens nicht zu fangen, so lässt man sie im Loche liegen und zerbohrt sie mit scharf gestählten Meisseln.

Zur Beseitigung der Hindernisse beim Bohren, wie namentlich Schiefwerden des Loches durch verschieden festes Gestein auf der Bohrlochssohle, Bohren von Füchsen, Einklemmungen des Meissels hat Fauck mit Erfolg Dynamitpatronen mittelst elektrischer Zündung an den benöthigten Stellen des Loches explodiren lassen und die Hindernisse ohne weitere Gefährdung des Loches glücklich beseitigt[111], wovon weiter unten noch die Rede sein wird.

109) v. Seckendorff a. a. O. Bd. 1 B. S. 98.

110) v. Seckendorff a. a. O. Bd. 1 B. S. 91.

111) Fauck in Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins für Kärnthen. Klagenfurt 1874. S. 65.

VI. Verkleidung der Bohrlochswände.

Stehen die Bohrlochswände nicht fest und erzeugt sich durch die Erschütterungen im Bohrloche aus oberen Höhen Nachfall, so kann die Fortsetzung der Arbeit gefährdet und gänzlich verhindert werden; man ist dann genöthigt, die Wände zu schützen und zu verkleiden, um ungestört weiterbohren zu können. Auch zur Absperrung von Wassern in oberen Höhen des Bohrlochs hat man häufig zur Verkleidung der Wände zu schreiten, welche alsdann in der Regel erst nach Vollendung der Arbeit erfolgt.

a. Verröhren der Bohrlöcher.[112])

Man hat im Allgemeinen drei Arten von Röhren; Bohrtäucher, Absperrungsröhren, Isolirungsröhren.

1. Der Bohrtäucher dient entweder zum Abschneiden oberer lockerer Schichten bis zum festen Gestein, sofern man bis zu diesem nicht durch Abteufen des Bohrschachts vorgedrungen ist, oder zum Leiten des Bohrers während der ersten Zeit des Bohrens, so dass man auch in den Bohrschacht den Bohrtäucher einsetzt, um eine Führung für das Gestänge zu haben. Der Bohrtäucher besteht in der Regel aus Holz: Eichen-, Buchen- oder häufiger noch Nadelholz. Bei grossem Durchmesser ist er fassartig zusammengesetzt und mit eisernen Ringen gebunden, welche versenkt eingelegt werden, um die Aussenwandung vollkommen glatt zu machen; bei kleinerem Durchmesser wird wohl ein Stamm in zwei Hälften getheilt, jede besonders bearbeitet und beide werden wieder, gleichfalls durch eiserne Ringe gebunden, zusammengesetzt. Am untern Ende erhält der Bohrtäucher einen verstählten Schuh, mit dem er in das Gebirge einzudringen hat. Bei dem Bohrloche Nr. 4 zu Elmen bei Schönebeck[113]) hatte man beispielsweise einen Bohrtäucher von 405 Millimeter lichtem Durchmesser mit 118 Millimeter starken Dauben und 52 Millimeter hohen, 157 Millimeter von einander entfernten eisernen Ringen gebunden, der verstählte Schuh war 261 Millimeter hoch. Muss man, um bis auf das feste Gebirge zu gelangen, mehre Holzröhren übereinander einführen, so verbindet man dieselben durch eiserne Büchsen, welche zur Hälfte in dem Kopf der unteren, zur anderen Hälfte in dem Fuss der oberen Röhre stecken; die Verbindungsstelle wird ausserdem durch einen umgelegten eisernen Ring geschlossen. Die Einführung des Bohrtäuchers erfolgt selten durch Einrammen; alsdann legt man auf den Kopf der einzurammenden Röhre einen Holzklotz, auf den die Rammschläge zunächst geführt werden. Zum Einrammen schreitet man in der Regel bei sehr rolligem Gebirge, besser ist dann aber noch das Einpressen durch Bauschrauben: in beiden Fällen muss man aber das in den

[112]) Soulié et Lacour a. a. O. p. 79.

[113]) Zobel: in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 7 B. S. 29.

Täucher eindringende Gebirge häufig auslöffeln, um das Nachsinken des Täuchers zu erleichtern. In lockeren Erdschichten bohrt man besser mittelst des Schneckenbohrers vor und senkt den Täucher nach. — Selten wählt man den Bohrtäucher aus Eisenblech, welches dann $6^1/_2$ bis $8^3/_4$ Millimeter stark genommen wird.

2. Die Absperrungsröhren wurden früher gleichfalls viel aus Holz gefertigt, wodurch aber das Bohrloch sehr verengt wurde, weshalb man zu Röhren aus Eisenblech überging, was um so nothwendiger ist, wenn man genöthigt wird, weil sich unterhalb der oberen Verröhrung von Neuem Nachfall einstellt, mehrere Röhrentouren ineinander zu stecken. Bei einer Verröhrung im Bade Nauheim verwendete man verzinktes Eisenblech zu den Absperrungsröhren, welche sich nach mehrjähriger Wiederaufholung völlig intakt zeigten und weiter benutzt werden konnten[114]). Je nach der Verbindung der einzelnen Röhren hat man Kegelröhren, Muffenröhren, Doppelröhren, welche letztere indess, wie z. B. bei einem Bohrloche in Artern, zugleich als Isolirungsröhren dienen sollen, weil sie sonst zu kostbar sind; neuerdings hat man auch gezogene eiserne Röhren mit Schraubenverbindung bis 200 Millimeter Durchmesser und mehr.

Die Dicke der Bleche beträgt $3^1/_4$ bis $5^1/_2$ Millimeter, bei engen Bohrlöchern auch wohl $2^1/_5$ Millimeter; zu Schöningen fand man $2^2/_3$ Millimeter zu schwach, $3^1/_4$ Millimeter ausreichend. An den Längsnähten lässt man das Blech 39 Millimeter übergreifen und vernietet sorgfältig, wobei man die Niete zickzackförmig setzt und die Köpfe versenkt, damit dieselben beim Einlassen der Röhren kein Hängenbleiben verursachen; bei den Röhren zu Artern verlöthete man ausserdem die Längsnaht noch mit Hartloth, was indess für Absperrungsröhren, wenn sie nicht gleichzeitig isoliren sollen, nicht erforderlich ist. Die Länge der einzelnen Röhren richtet sich nach den zu beschaffenden Blechlängen und schwankt zwischen 1 und 2 Meter; man fügt aber vor dem Einhängen so viel einzelne Röhren zu einem Stück aneinander, als die Höhe des Bohrthurms und die Möglichkeit, das neue Stück an die bereits eingesenkte Röhrentour anzufügen, es gestattet.

Die Kegelröhren werden 78 bis 105 Millimeter in einander gesteckt, wobei darauf gesehen wird, dass die äussere Längsnaht der oberen Röhre immer auf die innere Naht der unteren Röhre stösst, so dass die Nähte spiralförmig um die Achse herumlaufen. Nach dem Einstecken erfolgt die Vernietung der Quernaht, die ebenfalls mittelst Nieten mit versenkten Köpfen geschieht.

Ganz ähnlich werden die Muffenröhren zusammengesetzt. Eine 150 bis 200 Millimeter lange Blechmuffe wird in ihrer halben Höhe an die untere Röhre genietet, die obere Röhre wird in die Muffe hineingesteckt, so dass die Köpfe beider Röhren stumpf auf einander stossen, und demnächst erfolgt die Vernietung der oberen Röhre mit der Muffe. Die Niet-

[114]) Berg- u. hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1874. S. 197.

köpfe werden auch hier versenkt. Bei einem Bohrversuche zu Artern verschraubte man die Muffen mit den Röhren und verlöthete sie ausserdem mit einer Mischung von 2 Theilen Zinn und 1 Theil Blei; dieser dichte Anschluss der Muffen ist aber nicht erforderlich, wenn die Absperrungsröhren nicht auch zugleich Isolirungsröhren sein sollen. Bei dem Bohrloch No. 4 zu Elmen waren die einzelnen Röhren 1,883 Meter lang, hatten 320 Millimeter lichten Durchmesser und $3^1/_4$ Millimeter Blechstärke, die Muffen waren 200 Millimeter hoch und hatten gleichfalls $3^1/_4$ Millimeter Blechstärke; in der Längsnaht stiessen die Blechränder stumpf aneinander und waren mit Kupfer gelöthet, es fand hier also keine Verdickung statt, nur innerhalb der Muffen war über die Längsnaht ein 100 Millimeter breiter Blechstreifen mit zwei Nietreihen aufgenietet, so dass der äussere Durchmesser in den Muffen 333 Millimeter betrug. — Die Muffenröhren haben den Nachtheil, dass durch das Vorstehen der Muffen leicht ein Hängenbleiben an den Bohrlochswänden hervorgerufen wird[115]).

Deshalb hat man bei einzelnen Bohrversuchen wie zu Artern, Dürrenberg, Doppelröhren angewendet, bei denen gleichsam die äussere Röhre eine verlängerte Muffe bildete, die aber mit der folgenden Röhre (Muffe) stumpf auf einander stiess; man hatte dadurch den Vortheil, äusserlich vollkommen glatte Röhren zu erhalten, doch musste man sich einen bedeutenden Kostenaufwand gefallen lassen, der nur gerechtfertigt ist, wenn man diese Absperrungsröhren zugleich als Isolirung benutzt. In Artern hatten die innern Röhren 85 Millimeter lichten Durchmesser, die Blechstärken betrugen $1^3/_4$ Millimeter, zwischen beiden Röhren war ein Spielraum von $1^2/_3$ Millimeter; die äusseren Röhren waren auf beiden Seiten, die inneren auf der Aussenseite verzinnt, um sie vor dem Verrosten zu schützen. Auch der Ingenieur Wilhelm Zsigmondy zu Pesth wendet bei seinen vielfachen Bohrungen — so auf der Margaretheninsel bei Pesth — Doppelröhren zur Absperrung der oberen Wasser und Isolirung derselben von den erbohrten Thermen an; er führt die Röhren dem Bohren unmittelbar nach und benutzt deshalb unter denselben den Erweiterungsbohrer[116]).

3. Die Isolirungsröhren, welche bosonders bei Bohrlöchern auf Salz, Soole oder andere mineralische Wasser nothwendig sind, werden jetzt meist aus Holz gefertigt, weil hier die Verengung weniger in Betracht kommt, als die Haltbarkeit; man wählt seltener Eichen- oder Buchenholz, weil das billigere Nadelholz vollkommen dem Zweck entspricht. Die Anfertigung erfolgt aus ganzen Stämmeu mittelst Ausbohren, oder durch Spalten des Stammes in zwei Hälften und Bearbeitung jeder Hälfte, die

[115]) Grund: in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 9 B. S. 156.

[116]) Amtlicher Bericht der Centralcommission des deutschen Reiches über die Wiener Weltausstellung i. J. 1873. Bd. 1. S. 33; siehe auch Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 22 B. S. 35.

dann mit Döbbeln aufeinander gepasst werden; bei sehr grossem Durchmesser stellt man die Röhren mittelst Dauben her. Der Zusammenhalt der Dauben erfolgt durch Umlegung von Ringen aus Kupfer oder Messing, welche in die Dauben versenkt und durch Messingschrauben mit versenkten Köpfen befestigt werden. Die einzelnen Röhren werden stumpf aufeinander gestossen und gleichfalls durch Metallringe mit einander verbunden; die von Dégoussée vorgeschlagene zapfenartige Verbindung je zweier Röhren ist complicirt und überflüssig. — Bei einem Bohrloche zu Liebenhalle[117]) auf Steinsalz fertigte man die Röhrentour aus 6,277 Meter langen Tannenstämmen, die man in zwei Hälften theilte und auf einen 130 Millimeter inneren, 183 Millimeter äusseren Durchmesser genau und glatt bearbeitete; die bearbeiteten Hälften wurden durch 5 Döbbel aneinander gefügt, und um die Mitte jeder Röhre legte man einen 39 Millimeter hohen, 2 Millimeter starken Kupferblechring, der mit Holzschrauben aus Messing befestigt wurde; je 2 Röhren verband man durch 200 Millimeter hohe Muffen aus gleich starkem Kupferblech, welche zu je 100 Millimeter die obere und untere Röhre umfassten, wie die Ringe befestigt und wie diese um ihre Blechstärke in das Holz versenkt wurden. — Bei dem Bohrloch No. 4 zu Elmen[118]) stellte man die Röhren aus Dauben von Eichenholz her. Jede Röhre wurde aus 7 Dauben zusammengesetzt, die aus 157 Milimeter breiten, 59 Millimeter starken Brettern gefertigt und genau nach einer Schablone sowohl in ihrer inneren Abrundung, als in den Fugen bearbeitet wurden; der innere Durchmesser war 248 Millimeter, der äussere 314 Millimeter, die Wandstärke also 33 Millimeter. Die Dauben wurden durch Döbbel zusammengefügt, welche 39 Millimeter tief und $8^3/_4$ Millimeter stark waren und 942 Millimeter von einander entfernt standen; nach der Verdöbbelung wurden provisorisch eiserne Ringe umgelegt. Demnächst erfolgte das Abdrehen des äusseren Umfangs auf der Drehbank und das Eindrehen eines Randes zur Aufnahme der Muffe. Die Muffen aus Kupferblech waren 209 Millimeter hoch; mittelst Hartloth gelöthet und mittelst 28 Messingschrauben befestigt, von denen 4 auf jede Daube, je 2 auf die untere und obere Röhre kamen; von je 942 zu 942 Millimeter wurden 78 Millimeter hohe kupferne Bundringe umgelegt, deren Enden 65 Millimeter übereinander griffen und welche mit 3 Messingschrauben befestigt wurden.

Selten wendet man Kupferröhren zur Isolirung an und zwar dann, wenn die Holzröhren das Loch zu sehr verengen würden, so z. B. beim Bohrloch No. 3 zu Elmen. Bei einem lichten Durchmesser von 196 Millimeter hatten die Röhren $3^1/_4$ Millimeter Wandstärke, sie waren an den Längsnähten mittelst Hartloth verlöthet und je zwei Röhren wurden durch 314 Millimeter lange Muffen verbunden, welche mit 20 Stück kupfernen Nieten vernietet und mit Zinnloth verlöthet wurden. — Bei dem zweiten

[117]) Karsten und v. Dechen Archiv 1854. Bd. 26 I. S. 54.
[118]) Zobel: in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 9 B. S. 143.

Bohrloch zu Neusalzwerk[119]) verkleidete man die untern 188 Meter mit kupfernen Röhren, während die oberen 470 Meter Holzröhren erhielten. Die Kupferrohre waren 3,139 Meter lang, je 2 wurden schon vor dem Einlassen zu einem Stück verbunden, sie hatten einen äusseren Durchmesser von 186 Millimeter, einen inneren von 180 Millimeter; die Verbindung erfolgte durch 235 Millimeter lange Muffen, welche 193 Millimeter äusseren Durchmesser, also eine Blechstärke von $3^1/_4$ Millimeter hatten, die Muffen wurden an jedem Rande durch 2 Nietreihen vernietet, die eine 29, die andere 82 Millimeter vom Rande; die Niete waren ohne Kopf 14 Millimeter, mit Kopf 16 Millimeter lang, am Kopfende $6^1/_2$ Millimeter dick, nach vorn etwas verjüngt, um sie leicht in die $6^1/_2$ Millimeter weiten Nietlöcher einzuführen, aussen waren die Nietköpfe verzinnt. Die Röhrenenden wurden innerhalb der Muffen durch Zinn gelöthet, indem nach der Nietung Zinn eingegossen wurde, wobei man die Röhren durch Umlegen glühender Ringe erhitzte. Ueber die Verröhrungen in den drei Bohrlöchern zu Neusalzwerk, sowie über die dort stattgehabten Bohrarbeiten überhaupt werden in der eben angezogenen Quelle von dem Salinendirektor Freytag sehr interessante Mittheilungeu gemacht. Auch das von 11,77 cm Weite auf 38 cm erweiterte Bohrloch I wurde mit Holzröhren ausgekleidet; während dieselben aber bei dem Bohrloch II aus Tannenholz bestanden, wählte man hier Eichenholz. Die Röhren wurden aus 5 Dauben zusammengesetzt, welche mit hölzernen Döbbeln verbunden und durch kupferne eingelassene Ringe an beiden Enden zusammengehalten wurden; die Verbindung der Röhren erfolgte durch kupferne Muffen[120]). — Das 180 Meter tiefe Bohrloch No. 12. (Riesensprudel) zu Bad Nauheim ist ausser mit einer das Bohrloch gegen Nachfall schützenden 35,387 Meter tiefen, 0,288 Meter im Lichten weiten eisernen und einer 61,280 Meter langen hölzernen Absperrungsröhrentour von 0,275 Meter äusserem und 0,204 Meter innerem Durchmesser mit einer hölzernen Isolirungsröhre von 177 Meter Länge, 0,179 Meter äusserem und 0,108 Meter innerem Durchmesser versehen. Während die äussere Holzröhre daubenförmig aus Eichenholz zusammengesetzt ist, besteht die innere mit Rücksicht auf die zu erreichende Wasserdichtigkeit aus harzigem Kiefernholz; es wurden 8,631 Meter lange Kiefernstämme gespalten und cylinderförmig nach den vorgeschriebenen Dimensionen ausgehöhlt. Die Längsfugen wurden von 84 zu 84 Millimeter mit hölzernen Döbbeln und mit einem in die Wandung beider Cylinderhälften 8 Millimeter tief eingreifenden Streifen von geschwefeltem Kautschuk gedichtet. Je zwei Röhren wurden mit zinnenartigem Verbande zusammengestossen, wobei jedes Rohrende zwei 0,144 Meter lange Zapfen erhielt; über die Stossfugen wurden messingene Bänder gezogen, nachdem zur besseren Dichtung zuvor ein Kautschukstreifen gelegt war, die Befestigung erfolgte

119) Glückauf. Essen 1876. No. 31.
120) Glückauf. Essen 1878. No. 44.

durch messingene Holzschrauben; auch in dem übrigen Theil wurde jede Röhre mit Messingbändern gebunden. Als der obere Theil der Holzröhre Undichtigkeiten vermuthen liess und sich dies bei einer Herausnahme derselben bestätigte, wurde sie bis zu einer Tiefe von 75,735 Meter beseitigt und durch eine Tombackröhre ersetzt[121]).

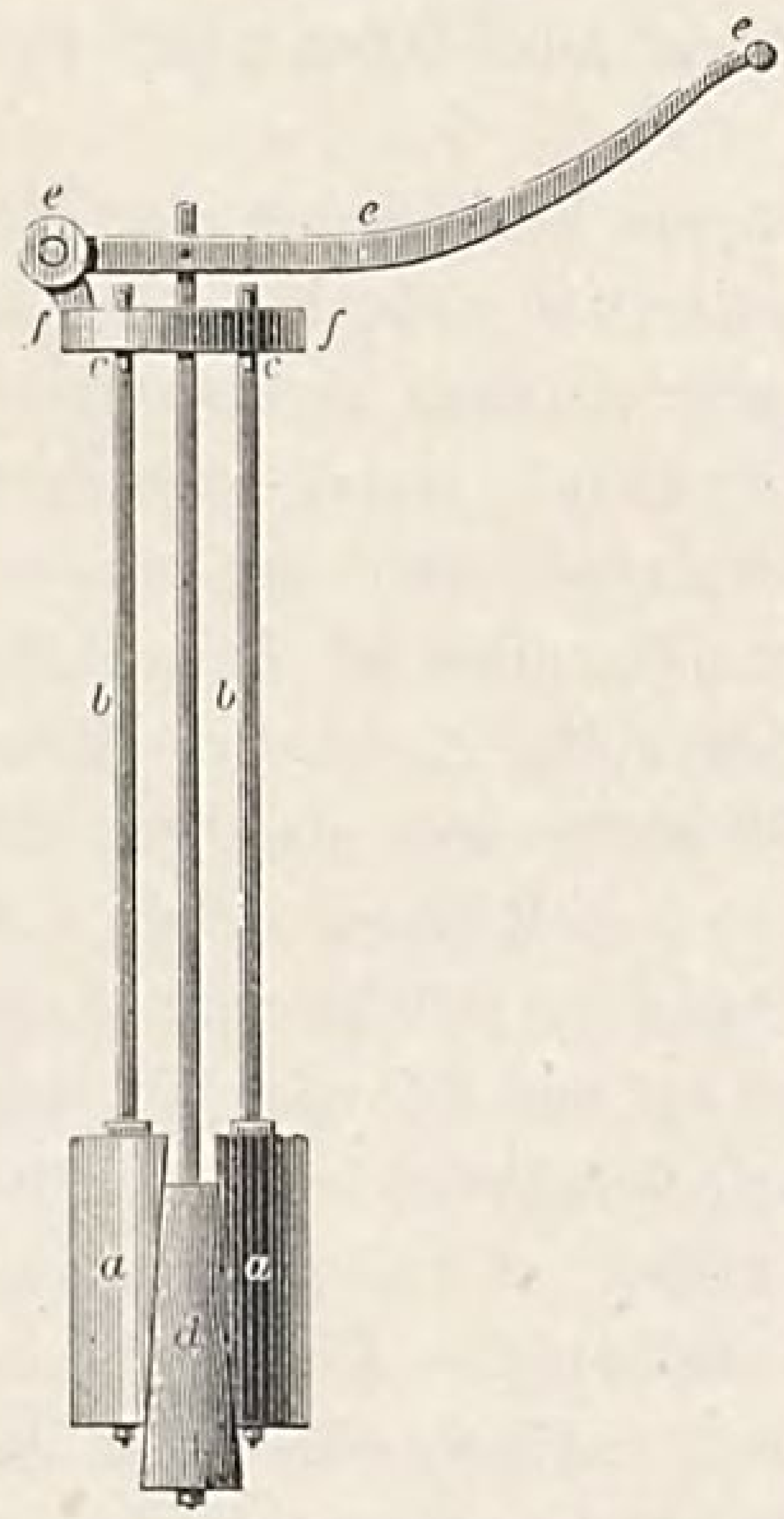
Das Einlassen der Röhren geschieht gewöhnlich mittelst Seil; indess hat man sich danach zu richten, ob die Verröhrnng bis zu Tage reicht, und wie schwer die Röhrentour ist; denn Touren, welche verloren, eingesetzt werden und nicht bis zur Hängebank reichen, werden ebenso wie Holzröhren, welche immer der Belastung bedürfen, am besten mittelst Gestänge eingehängt, welches bei dem Tiefersenken der Röhrentour mit dieser verlängert werden muss. Zum Festhalten dienen die Röhrenbündel, deren man zur Sicherheit wohl mehre anlegt. Es sind dies zweitheilige eiserne Ringe, deren Hälften um ein Charnier drehbar sind, und welche mit Haken zum Einhängen der Schurzketten versehen sind. Andere Röhrenbündel bestehen aus zwei Holzstücken, welche in ihrer Mitte passende Einschnitte zur Aufnahme der Röhren haben; für Eisenröhren werden wohl raspelartig gefeilte Eisenstücke in die Hölzer gelegt, um die Reibung zu vermehren. Beim Einhängen von Holzröhren ist es gut, in beiden Arten von Bündeln vorspringende Zacken zum Eingreifen in das Holz anzubringen.

Die Röhren werden in der Werkstatt zu längeren Zügen zusammengesetzt, deren Länge sich nach der Höhe des Bohrthurms und den sonstigen zum vorliegenden Zweck vorhandenen Einrichtungen bestimmt, namentlich ist massgebend, dass man die Aneinanderfügung eines neuen Zuges an die bereits im Loche hängende Tour bequem ausführen kann. Die Züge werden vorher numerirt und gut aneinander gepasst. Bei eisernen Röhren, bei denen eine Vernietung des neu einzuhängenden Zuges mit der obersten Röhre der bereits eingehängten Züge über der Hängebank erfolgen muss, thut man gut, nur an dem einen Ende die Nietlöcher vorher anzubringen, an dem anderen erst, wenn die Röhren bereits ineinander stecken, weil dann ein besserer Anschluss erreicht wird. Die Niete werden von oben in die Röhren eingeführt, wozu man sich einer an einer der Zuglänge entsprechenden Stange befindlichen Zange[122]) bedient: sobald mittelst desselben der Niet durch das Loch gesteckt ist, muss er festgehalten werden, weshalb man ihn wohl mit Bindfaden umwickelt, damit er nicht in das Loch fällt. Kind führte die Niete füher an gespaltenen Stangen gleichfalls von Innen ein, später aber von Aussen und wählte als Nieteisen Drahtstücke, $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{3}{4}$ Millimeter lang, $1\frac{3}{4}$ Millimeter stark, deren nach Innen gestecktes Ende etwas aufgespalten wird, beim Antreiben gegen den Nietambos bildet sich in den versenkten Nietlöchern innerhalb der Kopf, welcher

[121]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1874. S. 197.
[122]) Rost a. a. O. S. 150.

ausserhalb durch den Hammer geformt wird. Der Nietambos von Kind besteht aus zwei, etwa 157 Millimeter hohen, halbcylinderischen massiven eisernen Backen, die Stange des einen Backens ist mittelst eines beweglichen Gelenks an der des anderen befestigt, die letztere hat oben eine Schraubenspindel, mittelst deren der ganze Apparat mit einer Bohrstange oder durch einen Wirbel mit einem Seile verbunden wird; in gleicher Art an einer Bohrstange befestigt ist zwischen den beiden Backen ein konischer Keil angebracht: sobald nun der Nietnagel sich in dem Loche befindet, wird der Keil gesenkt, wodurch der bewegliche Backen an den Niet angedrückt wird und den Ambos bildet. Rost macht Backen und Keil von

Fig. 69.



Holz und beschlägt sie mit Eisen; die Führungsstangen an beiden haben bei Rost die Länge des Röhrenzuges. Zobel[123]) bediente sich eines ähnlichen Nietkolbens wie Kind; der Keil ist bei ihm gabelförmig, die Backen sind hohl, letztere hängen am Gestänge, der Keil an einem Seil mit Rutschscheere. Auch der von Ottiliä[124]) beschriebene Nietkolben beruht auf demselben Princip.

Bei der Verröhrung eines zu Baranowo in der Provinz Posen auf Soole 1847 niedergebrachten Bohrlochs bediente sich der Bohrmeister Cramer zum Aneinandernieten der 1,569 Meter langen Röhrenstücke eines Nietkolbens in nachstehender Construction, Fig. 69. Derselbe besteht aus zwei Cylinderabschnitten a a von Gusseisen, welche nach Unten keil-

[123]) Zobel a. a. O. Bd. 9 B. S. 146.

[124]) Ottiliä: in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 7 B. S. 230.

förmig abgeschrägt sind; mit denselben sind durch Schrauben die Stangen b b verbunden, welche bei c c an einem Ringe f befestigt sind, welcher sich auf den oberen Rand des anzunietenden Röhrenstückes aufsetzt. Die gusseisernen Halbcylinder werden durch einen zwischen geschobenen Holzkeil d auseinander und gegen die Röhrenwände gepresst, indem der Hebel e, welcher ebenfalls auf dem Ringe befestigt ist, zum Anziehen dient.

Statt des Vernietens bedient man sich auch wohl des Verschraubens, indem man mit dem Handbohrer Schraubengänge in die Röhrenwände einschneidet, wenn die Röhren aufeinander stehen; dieses Verfahren eignet sich gut für Muffen, die an dem unteren Satz angenietet sind. Ganz unzweckmässig ist das Verfahren von Dégoussé, welcher Schraubenniete vorschlägt, die aussen mit Schraubenmuttern verschraubt werden, wodurch aber sehr leicht Gelegenheit zum Hängenbleiben der Röhrentour gegeben wird.

Bei Holzröhren geht die Vereinigung der Sätze unter Anwendung von Muffen besser und schneller vor sich, als bei eisernen Röhren.

Alle Röhrentouren werden oben an den Bohrtäucher nach ihrem Einlassen befestigt (angebündelt), wobei es nicht darauf ankommt, ob man mit dem früheren Durchmesser oder mit einem kleineren darunter fortbohren will; ganz nothwendig aber ist diese Befestigung, wenn der Durchmesser beibehalten werden soll, da dann die Röhren unten nicht aufruhen, sondern mindestens 1,883 Meter über der Bohrlochssohle hängen. Das Anbündeln geschieht bei eisernen Röhren, indem man um den oberen Röhrenrand einen starken Ring nietet, welcher mit Armen oder Tatzen versehen ist und mittelst derselben auf den Bohrtäucher aufgenagelt wird. Der Spielraum zwischen den Bohrlochswänden und der Röhrentour beträgt in der Regel 13 Millimeter[125]), besser ist es, einen grösseren Spielraum zu geben, bis 26 Millimeter, weil alsdann das Einsenken leichter von Statten geht. Bevor man die Röhrentour einlässt, muss man das Bohrloch prüfen, ob es senkrecht niedergebracht ist und eine cylinderische Gestalt hat, weil andernfalls die Röhren gar nicht oder schwierig sinken; diese Prüfung erfolgt durch Einhängen einer langen, cylinderischen Lehre von Holz, deren Durchmesser nur wenig geringer als der des Bohrlochs ist. Klemmt sich, trotzdem die Lehre ohne Hinderniss das Bohrloch passirt hat, dennoch die Röhrentour, so rührt dies meist vom Nachfall her; man nimmt dann die Röhrentour an den Schwengel und hebt und senkt ein wenig oder dreht die Röhren im Loche, was aber immer mit Vorsicht auszuführen ist; nöthigenfalls zieht man die Röhrentour aus, damit der Nachfall vor Ort fällt und das Loch in den oberen Höhen frei wird. Auch kann man leichte Rammschläge auf die Röhrentour geben, um das Hinderniss zu beseitigen, auch durch Pressen eine Fortbewegung bewirken, was indess immer bedenklich ist, weil sich die Röhren dadurch leicht in einander drücken.

[125]) Ottiliä a. a. O. Bd. 7 B. S. 229.

Zum Geradrichten solcher verdrückten Stellen bedient man sich alsdann des Nietkolbens, der bis zu der verdrückten Stelle eingeführt wird.

Wenn man mit der Röhrentour die Bohrlochssohle erreicht hat, so wird das Loch gereinigt und man schreitet — wenn dies überhaupt beabsichtigt wird — zur Fortsetzung der Bohrarbeit unter der Röhrentour. Hierbei hat man zu unterscheiden, ob man den Durchmesser des Bohrlochs verkleinern oder beibehalten will, im letzteren Fall liegt dann die Absicht vor, die Röhrentour nachzusenken, weshalb mit dem Erweiterungsbohrer gebohrt werden muss.

Die Verengerung des Bohrlochs unter der Röhrentour beträgt nur etwa $6^1/_2$ Millimeter gegen den lichten Durchmesser der Röhren, oft sogar nur $2^1/_8$ bis $3^1/_4$ Millimeter, da es nur nöthig ist, dass die Röhren festen Fuss haben. Beim Weiterbohren ist grosse Vorsicht nöthig, damit man in der Fortsetzung die Achse des oberen Bohrlochstheils beibehält. Das Hütchen des Freifallstücks von Kind darf dabei niemals im Niveau des Röhrenschuhes spielen, weil dadurch die Regelmässigkeit des Fangens beeinträchtigt wird; man vermeidet das durch Aufsetzen einer Hülfsstange auf den Bohrklotz, die man wegnimmt, wenn das Bohrloch so weit vertieft ist, dass alsdann das Hütchen unter dem Schuh zu stehen kommt.

Tritt später durch Bildung von neuem Nachfall die Nothwendigkeit einer zweiten Verrohrung ein, so ist zu überlegen, ob man besser thut, unter der alten Röhrentour auf den alten Durchmesser zu erweitern und die erste Tour zu senken und zu verlängern, oder ob man ohne Erweiterung des Lochs eine zweite, engere Tour einsetzt. Dies hängt von der Festigkeit des Gebirges ab und auch davon, ob die erste Röhrentour noch beweglich und weiter fortführbar ist. Bringt man eine zweite Tour ein, so lässt man sie entweder, wie die erste, bis zu Tage reichen, oder man führt sie nur einige Fuss bis über das untere Ende der ersten, dann heisst sie verloren. Eine verlorene Tour ist nicht anwendbar, wenn man darunter mit dem durch die erste Tour erhaltenen Durchmesser fortbohren will, auch ist sie im Allgemeinen bedenklich, weil sehr leicht Beschädigungen eintreten können. In allen Fällen erhält auch die zweite Tour einen Schuh, mit dem sie sich aufsetzen kann; auch ist bei der zweiten der nöthige Spielraum zu geben, damit das Einhängen leicht von Statten geht, derselbe beträgt in der Regel 39 bis 52 Millimeter gegen die erste Tour. Hieraus folgt, dass man mit grossem Durchmesser beginnen muss, wenn man das Gebirge nicht kennt und bedeutende Tiefen erreichen will, weil nach der Einbringung mehrerer Röhrentouren der Bohrlochs-Durchmesser sonst zu sehr verringert wird.

Die zweite Röhrentour wird in ganz gleicher Weise eingesetzt, wie die erste, wenn sie bis zu Tage reicht. Auch die verlorene Tour wird in derselben Art eingebracht mit Ausnahme der obersten Röhre, die künstlich festgehalten werden muss, bis die ganze Tour bis vor Ort gesenkt ist. Dieses Festhalten erfolgt am einfachsten mittelst des Nietkolbens, den man

anspannt, mit der Tour am Gestänge einführt und demnächst, wenn die Röhren die ihnen zugewiesene Stelle erreicht haben, wieder löst und hebt. Zur grösseren Sicherheit giebt man den beiden Backen des Kolbens auch Nasen, welche in Löcher der obersten Röhren eingreifen. Man trichtert den oberen Rand der verlorenen Tour ein wenig aus, damit er sich an die vorhandene Röhrentour, beziehungsweise an die Bohrlochswand anlegt. Zum Einhängen verlorener Touren benutzt Kind ein eigenes Instrument [126]). Dasselbe besteht aus 628 Millimeter langen, oben in einem Charnier beweglichen, eisernen Schenkeln, welche mittelst eines gemeinschaftlichen Halses an das Gestänge geschraubt werden können; an der äusseren Seite tragen die Schenkel schräg gestellte, nach Oben gebogene Stifte, denen entsprechend Löcher in die oberste Röhre dicht unter dem Rand gebohrt werden; in diese Löcher werden die Stifte der Schenkel gesteckt. Zwischen den Schenkeln befindet sich ein in einem Charnier drehbarer Steg, welcher, wenn er niedergedrückt wird, die beiden Schenkel auseinander und fest an die Röhrenwand treibt, so dass die ganze Tour an dem Instrument festhängt; an einer Oese des Stegs ist das Löffelseil befestigt, welches beim Einlassen nachgeführt wird. Sobald die Röhrentour vor Ort gelangt ist und fest steht, wird der Steg angezogen, so dass die Schenkel frei werden und zusammenfallen und zu Tage gefördert werden können. — Das von Rost zu diesem Zweck angewendete Instrument [127]) besteht aus zwei gebogenen, federnden Schenkeln, welche oben durch einen Bügel mit einander verbunden sind; die Schenkel haben unten an ihrer äusseren Seite Nasen, mit denen sie in Löcher der obersten Röhre eingreifen. Der Bügel ist durchlocht und mit einer links geschnittenen Schraubenmutter versehen, durch welche eine Stange mit entsprechender Schraube geführt ist; die Stange wird oben mit dem Gestänge verbunden, unten trägt sie einen Steg, der zwischen die beiden Schenkel passt. Wird die Schraube am Instrument angedreht, so tritt der Steg zwischen die Schenkel und drückt dieselben gegen die Röhre, welche auf diese Weise festgehalten wird; nach der Ankunft der Röhrentour vor Ort wird der Steg wieder niedergeschraubt, die Schenkel lösen sich dadurch und das Instrument kann zu Tage geholt werden. — Bruckmann benutzt beim Einlassen von Isolirungsröhren folgendes Instrument [128]), welches auch für verlorene Touren anwendbar ist. Eine hölzerne Scheibe wird genau für den Schuh der untersten Röhre passend gemacht, also am Rande konisch abgearbeitet, so dass der Röhrenschuh sich fest darauf stützen kann; in der Mitte erhält die Scheibe ein Loch mit links geschnittener Schraubenmutter, am Rande aber 4 diametral gegenüberliegende dreieckige Einschnitte, die mit ihren Spitzen etwa 26 Millimeter entfernt vom Umfange des Lochs stehen. In das Loch wird eine Bohrstange mit links geschnittener Schrauben-

[126]) Kind: Anleitung zum Abteufen der Bohrlöcher, 1842. S. 70.

[127]) Rost a. a. O. S. 152.

[128]) Bruckmann: Anleitung zur Anlage artesischer Brunnen. 1838. S. 170.

spindel eingeschraubt und nun die Röhrentour, auf der Scheibe ruhend, unter Nachführung des Bohrgestänges eingehangen. Wenn die Tour vor Ort steht, wird das Gestänge aus der Scheibe gelöst. Demnächst führt man einen Centrumbohrer ein, mit dem man das Loch in der Scheibe so lange erweitert, bis der Umfang desselben in die Dreieckseinschnitte hineinreicht; hierdurch ist die Holzscheibe in vier Quadranten zertheilt, welche nun vom Wasser getragen in die Höhe steigen und so zu Tage treten, oder vom Löffel aufgenommen werden. — Beim Einlassen der Holzröhren für das Bohrloch No. 4 zu Elmen benutzte Zobel[129]) einen klauenartigen Apparat. Eine Stange, welche mit dem gewöhnlichen Bohrgestänge verbunden ist, endigt nach Unten in eine ziemlich lange Schraubenspindel, welche durch ein Mutterstück hindurchgeht; dieses hat an beiden Seiten Gelenke, an denen zwei Schenkel hängen, welche unten mit nach Aussen gehenden, klauenförmigen Ansätzen versehen sind; beide Schenkel sind von einem keilförmigen Ring umfasst, an welchem die Schraubenspindel befestigt ist. Wird die Schraubenspindel links gedreht, so wird der Keilring in die Höhe gezogen und die Schenkel ziehen sich zusammen, entgegengesetzten Falls werden sie auseinander getrieben. In der untersten Holzröhre liess man auf gegenüberstehenden Punkten ein Stück der Dauben fehlen; in die hierdurch gebildeten Löcher greifen die Klauen des Instruments ein, wenn die Schenkel auseinander getrieben sind, so dass die ganze Tour auf den Klauen ruht; will man das Instrument lösen, so hat man nur nöthig, den Keilring anzuziehen. — Der von v. Seckendorff[130]) angewendete halbe Mond ist nur bei kleinerem Durchmesser der Röhren brauchbar. Die an dem Bohrgestänge befindliche Stange ist unten aufgeschlitzt, in dem Schlitz bewegt sich um einen Bolzen eine dreieckige Klaue, deren eine Seite so schwer ist, dass sie von selbst aufklappt. Wenn die Röhre darauf steht, liegt die Klaue horizontal, doch muss man darauf Bedacht nehmen, dass sie beständig durch die Röhrentour belastet ist, weil sonst das Aufklappen stattfindet. Um dies zu vermeiden, bringt man an der schweren Seite ein Loch oder eine Oese an, in welcher man eine Schnur befestigt, die beim Einlassen nachgeführt wird; die schwächste Stelle der Schnur muss unmittelbar an der Oese sein, damit, wenn die Röhrentour vor Ort ist, die Schnur durch Ziehen hier abgerissen werden kann. Ist dies geschehen, so klappt die Scheibe auf und das Instrument kann aufgeholt werden. Auch lassen sich die Röhren mit denselben Instrumenten einlassen, welche dazu dienen, sie aus dem Bohrloche herauszuheben, wie namentlich der Röhrenheber, welcher weiter unten erwähnt wird.

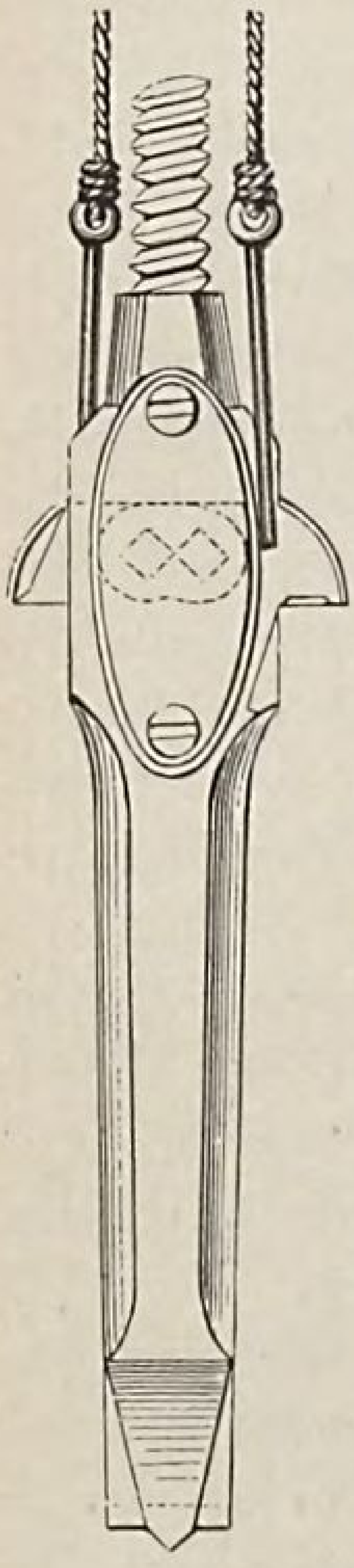
Will man unter der Röhrentour mit dem früheren Durchmesser weiter bohren, so muss man den Erweiterungsbohrer benutzen, wodurch man

[129]) Zobel a. a. O. Bd. 9 B. S. 145.

[130]) v. Seckendorff: in allgem. berg- u. hüttenm. Zeitung von Hartmann. 1862. S. 29.

den sehr wesentlichen Vortheil erreicht, die erste Röhrentour tiefer senken zu können und das Bohrloch nicht durch mehrere Touren zu verengen. Der Erweiterungsbohrer von Kind mit beweglichen Nachschneiden[131]) ist der wichtigste und gebräuchlichste, mit welchem man zu gleicher Zeit das Bohrloch in engeren Dimensionen vertieft und in der ursprünglichen erweitert, Fig. 70. Der untere Theil ist der gewöhnliche Meissel mit Ohrenschneiden, wie er oben S. 64 beschrieben; der Schaft ist oben verstärkt und trägt in sich die beiden beweglichen, gut verstählten Nachschneiden, die um die in den Schaft befindlichen Bolzen drehbar sind. Beim Einlassen des Meissels müssen die Nachschneiden eingeklappt sein und werden durch eingesteckte Holzkeile oder eiserne Niete in dieser Stellung festgehalten. An der Wurzel der Schneiden sind kurze eiserne Zugstangen, oben in einer Oese endend, angebracht, in diese Oese bringt man für jede Schneide ein ganz trockenes Hanfseil und befestigt dessen anderes Ende, indem man es straff anzieht, an der über dem Meissel befindlichen Bohrstange. Wenn der Meissel vor Ort aufschlägt, so fallen die Holzkeilchen nach den ersten Erschütterungen heraus, und, da auch die Hanfseile inzwischen durchnässt sind und sich in Folge dessen verkürzt haben, springen die Nachschneiden heraus und nehmen ihre Stellung zum Bohren an. Bei den Bohrarbeiten zu Schöningen hatte sich gezeigt, dass die Holzkeilchen oder Niete häufig zu früh entfielen und dadurch die Nachschneiden noch innerhalb der Röhrentour aufklappten; v. Seckendorff brachte deshalb an den Schneiden ganz kurze, nach unten gehende Zugstängelchen an, in deren Oesen er Draht befestigte, dessen Enden unterhalb der Schneide des Meisselblattes zusammengebunden wurden; beim Aufschlagen des Meissels hieb dieser den Draht durch und die Nachschneiden konnten ausspringen. Der Erweiterungsbohrer hat den Nachtheil, dass die Nachschneiden dem Stosse nicht Widerstand genug entgegensetzen, dass sie sich schneller als der Hauptmeissel wegen ihrer geringeren Masse abführen, dass sie häufig in anderem Gebirge arbeiten, wie der untere Meissel, und deshalb einen andern Hub, wie dieser, verlangen, dass der Widerstand an der Peripherie zweimal zu überwinden ist. Dem gegenüber steht der grosse Vortheil, dass man nur eine Röhrentour einzuhängen hat und dieselbe ohne wesentliche Arbeitsunterbrechung der Bohrarbeit nachführen kann, indem man sie immer 1,569 bis 1,883 Meter über der Bohrlochssohle hält; aller-

Fig. 70.

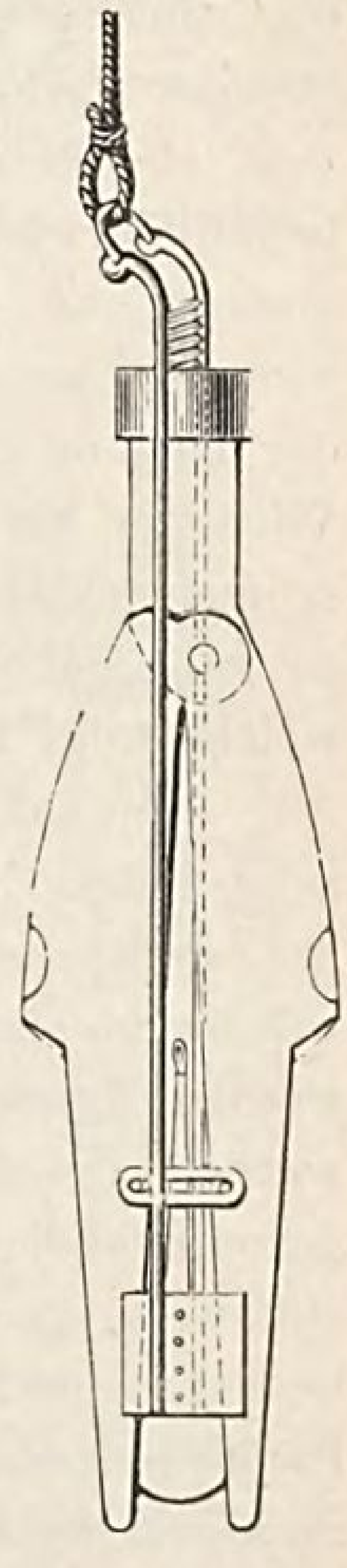


[131]) v. Seckendorff: Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 1 B. S. 76.

dings ist das Nachschieben der Röhren nicht überall befriedigend ausgefallen[132]).

Ausser dem beschriebenen sind von Kind noch andere Erweiterungsbohrer angegeben und benutzt. Eine Einrichtung, welche sowohl unmittelbar über dem Meissel, wie an jeder anderen Stelle zur Erweiterung des Loches in oberer Höhe angebracht werden kann, besteht in Folgendem. Der Nachschneideapparat bildet hier ein besonderes Stück, welches nach Unten mittelst Schraubentute, nach Oben mittelst Schraubenspindel mit dem Gestänge verbunden wird, die Nachschneiden sitzen in diesem Stück und sind um Bolzen beweglich. Auf demselben wird eine Bohrstange aufgeschraubt, über welcher eine stählerne Spiralfeder gezogen ist, die unterhalb durch eingeschraubte Stifte unterstützt, oberhalb durch einen straff aufgezogenen, aber durch die Feder nach Oben verschiebbaren Ring abgeschlossen wird. An diesem Ringe sind zwei Oesen angebracht, von jeder derselben reicht ein starker Eisendraht bis an die Ohren der Nachschneiden und wird so mit diesen verbunden, dass, wenn die Spiralfeder vollständig ausgedehnt ist, der Ring also seine höchste Stelle einnimmt, die Nachschneiden ausgespannt sind. Wenn man das Instrument einlassen will, legt man die Schneiden ein, wodurch der Ring nach unten gezogen, die Feder zusammengedrückt wird; die Befestigung erfolgt durch Holzkeile, kann auch, wie oben angegeben, durch Draht erfolgen. Beim Aufschlagen des Meissels vor Ort werden die Schneiden gelöst und springen durch die Ausdehnung der Feder und das dadurch vermittelte Höherschieben des Ringes aus.

Fig. 71.



Nicht in Verbindung mit dem Vorbohrer benutzt Kind folgendes Instrument zum Erweitern eines Loches unter der Röhrentour, Fig. 71. Dasselbe besteht aus zwei Schenkeln, von denen der eine am andern mittelst Charnier beweglich ist, der letztere verlängert sich nach Oben zu einem Halse mit Schraubenspindel zur Verbindung mit dem Gestänge, während beide nach Unten spitz zulaufen; an dem oberen massigeren Theile der Schenkel sind die festen Schneiden eingeschweisst. Zwischen den Schenkeln ist ein Keil vorhanden, der mit seinem stärkeren Theile nach unten gekehrt ist; an dem Keile sind zu beiden Seiten Bleche angenietet, welche ihm an den Breitseiten der Schenkel zur Führung dienen. An den Blechplatten ist eine den ganzen Apparat umfassende Gabel befestigt, von deren oberem Ringe aus ein Seil bis zu Tage führt; hat der Keil seinen tiefsten Standpunkt, so sind die Schenkel zusammengeklappt und das Instrument kann durch die Röhren bis zur Stelle, wo die Schneiden

[132]) Grund a. a. O. Bd. 9 B. S. 154; Engelhardt ebenda Bd. 7 B. S. 41.

arbeiten sollen, hindurchgeführt werden. Alsdann zieht man das Seil an, wodurch der Keil aufgezogen wird und die Schenkel auseinandergespreizt werden; damit dies auf das gehörige Mass geschieht, ist in jedem Schenkel ein Stift vorhanden, auf denen ein glatter Ring aufliegt, die Stifte berühren die Seitenkanten des Ringes, wenn die Schenkel weit genug ausgespannt sind. Wenn der Apparat zu Tage geholt werden soll, so wird der Keil gesenkt, welcher sich mittelst eines Hakens auf den Ring auflegt, während die Schenkel zusammenklappen.

Beim Erweitern in solcher Weise bleibt unter dem Röhrenfuss eine Brust in der Bohrlochswand stehen, welche durch einen Erweiterungsbohrer, der von Unten nach Oben arbeitet, beseitigt wird. Derselbe ist ähnlich wie der vorhergehende construirt, nur sind hier die Schneiden nicht in dem oberen Theile der Schenkel, sondern vielmehr an deren unterem Ende befindlich und nach Oben gekehrt. Beide Schenkel sind durch einen Ring umfasst, an welchem die Gabel zur Aufnahme des Seils befestigt ist, während der Keil mittelst Haken auf dem Ringe hängt; auch hier erhält der Keil durch aufgenietete Blechplatten eine Leitung an den Schenkeln. Wird der Ring und mit ihm der Keil gehoben, so werden die vorher zusammengeklappten Schenkel auseinandergespreizt; damit der Ring nicht zu hoch gehoben wird, ist in den Schenkeln ein Absatz angebracht, über welchen der Ring nicht hinausgehoben werden kann.

Der Zahnkolben von Dégoussée ist ein an einer Bohrstange angeschweisster Cylinder, welcher unten zwei symmetrisch gegenüberstehende Ausschnitte erhält; in diese Ausschnitte passen die beiden Schneiden, welche um eingesetzte Schraubenbolzen drehbar sind. Bolzen und Schneiden werden durch einen vorgeschraubten Deckel festgehalten. Beim Einlassen werden die Schneiden in Ausschnitte eingelegt; wenn dieselben an der anzugreifenden Stelle des Bohrlochs angelangt sind, wird das Instrument stossweise gedreht, wodurch die Schneiden wenig hervortreten und in das Gebirge einschneiden. Soll aufgeholt werden, so wird in entgegengesetzter Richtung gedreht, wodurch sich die Schneiden wieder einlegen. Dieses Instrument wird nur drehend gehandhabt, dient aber besser mit anders construirten Einsätzen zum Zerschneiden oder Aufholen von Röhren.

Der Federbohrer, welcher nach Ottiliä[133]) zur Erweiterung unter der Röhrentour und namentlich dann angewendet wird, wenn ein dem Sinken der Röhren vorliegendes Hinderniss beseitigt werden soll, besteht in einer Kapsel, welche mittelst eines Steges an einer Bohrstange befestigt ist, an demselben Steg hängen an Gelenken zwei Stahlblätter, deren untere Kante geschärft ist, und welche durch Federn von Innen nach Aussen gedrückt werden. Wenn das Instrument eingelassen werden soll, werden die Blätter eingedrückt und können auch, so lange sich der Apparat innerhalb der Röhren befindet, nicht herausspringen; unterhalb der Röhren aber

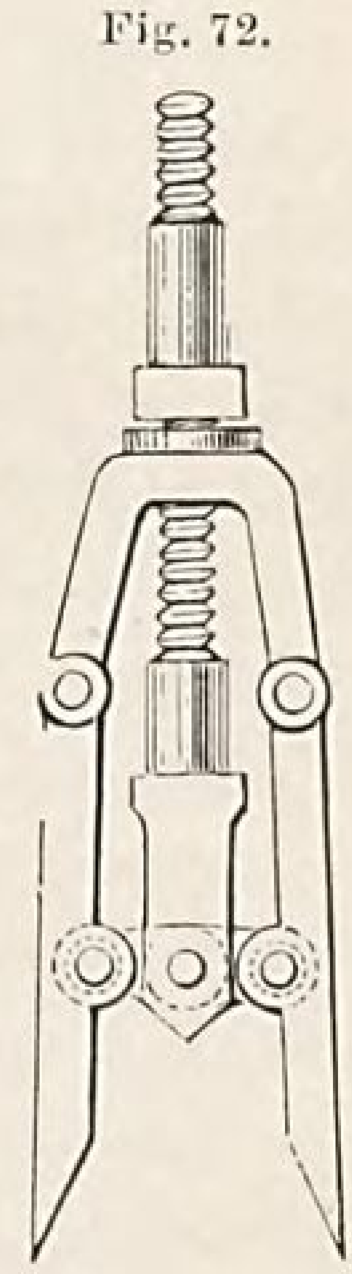
[133]) Ottiliä a. a. O. Bd. 7 B. S. 231.

drücken die Federn die Blätter nach Aussen, und man kann durch kurze Hübe das Hinderniss stossend beseitigen. Beim Wiederaufholen legen sich die Blätter von selbst wieder in die Kapsel. Dieses Instrument kann nur in engen Bohrlöchern benutzt werden.

Um derartige Hindernisse drehend zu beseitigen, beschreibt Ottiliä[134]) ein anderes Instrument. An dem unteren Ende einer Bohrstange sind zwei muldenförmige, mit Schneiden versehene Flügel mittelst Charniere befestigt, beim Einlassen werden die Flügel dicht an die Stange angelegt; ist das Instrument unten angelangt, so bewirkt ein Schwung, den man dem Gestänge giebt, das Aufklappen der Flügel, welche nun beim Drehen in das Gebirge eingreifen. Durch Drehen in entgegengesetzter Richtung legen sich die Flügel an die Stange an, und man kann ungehindert aufholen. Dieses Instrument ist in seiner Wirkungsweise dem von Dégoussée gleich.

Bei dem Bohrversuch zu Scherfede[135]) benutzte man zum Erweitern ein Instrument, Fig. 72, welches mit dem oben beschriebenen, beim Einlassen der Röhren zu Elmen gebrauchten viel Aehnlichkeit hat. An einem gabelförmigen Stücke hängen in Gelenken zwei Arme, welche unten die Schneidevorrichtung besitzen; durch das gabelförmige Verbindungsstück geht eine mit dem Gestänge verbundene Spindel, die unten in einen Wirbelkopf endet, von dem aus Gelenkstangen nach den Bohrarmen führen und mit diesen durch Charniere verbunden sind. Schraubt man die Spindel in die Höhe, so werden die Arme zusammengezogen: schraubt man nieder, so gehen sie auseinander und zwar am weitesten, wenn die Gelenkstangen horizontal stehen, was erreicht ist, wenn die Brust der Spindel auf dem gabelförmigen Verbindungsstück aufliegt. Will man eine geringere Oeffnung der Arme haben, so legt man auf das Verbindungsstück ein Stück Eisen, so dass die Brust der Spindel früher Widerstand findet und nicht die ganze Länge durchgeschraubt werden kann. — Da die Gelenkstangen ein wenig stabiler Theil sind, hat Grund bei einem Bohrloche zu Pyrmont statt derselben einen Keil angewendet, welcher mit der Spindel verbunden war und die Schenkel direkt auseinanderpresste; der Keil erhielt eine Führung an den Schenkeln.

Fig. 72.



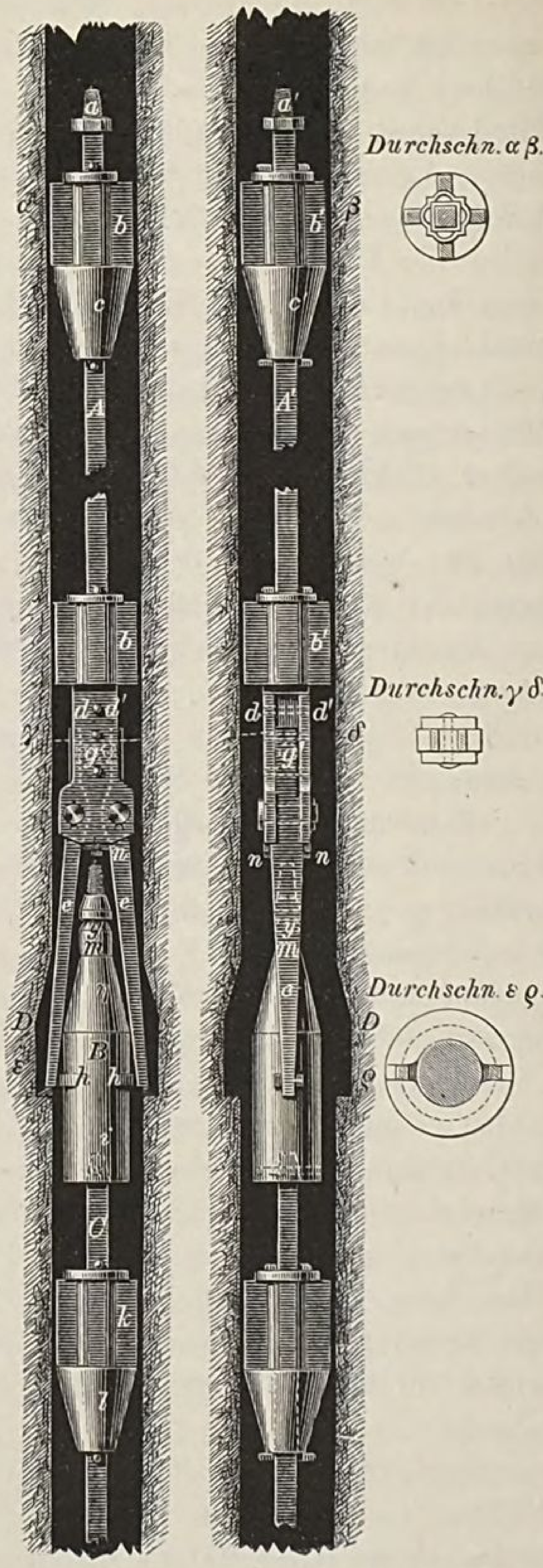
Auf den Schaumburgischen Steinkohlengruben wollte man die Mächtigkeit des in 305 Meter Tiefe erbohrten Steinkohlenflötzes genau constatiren und zu diesem Zweck das 0,314 Meter weite Bohrloch auf 0,418 Meter an der Stelle, wo das Steinkohlenflötz angetroffen war, erweitern, wozu man sich des folgenden Apparates bediente[136]). Die Bohrstange A Fig. 73

[134]) Ottiliä ebenda.

[135]) Grund a. a. O. Bd. 9B. S. 157.

[136]) Versuche und Verbesserungen beim Bergwerksbetrieb in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20B. S. 385.

Fig. 73. 74.



und 74 wird mittelst der Schraube a an das Bohrgestänge oder an ein Abfallstück geschraubt, sie trägt die hölzerne Leitung b b' zur richtigen Führung im Bohrloch und den Blechtrichter c zum Auffangen von Nachfallstücken aus dem oberen Theile des Bohrlochs. Die beiden Seitenbacken d und d' sind auf die Stange A aufgenietet und nehmen unten mittelst Bolzen die eigentlichen Bohrschenkel oder Meissel e e' auf. Vor der Be-

festigung dieser Bohrschenkel wird die Feder g in das eingebohrte Loch g' gelegt, worauf erst die Bolzen eingesteckt und befestigt werden. Am unteren Ende tragen die Bohrschenkel an der inneren Seite Verstärkungen h h', welche an der inneren Seite nach der äusseren Kreislinie des Kegels B abgerundet sind, so dass sie als Leitung für die Meissel den Kegel umschliessen. Beim Beginn der Arbeit ruhen die Bohrschenkel mit ihren Verstärkungen nur an dem auf dem Kegel befindlichen, cylinderischen Ansatz m, an dem sie auf- und niedergleiten, indem der Ansatz m und die Verstärkungen h h' zusammen etwa 13 Millimeter geringere Breite haben, als der Durchmesser des Bohrlochs beträgt; erst bei der Fortsetzung der Arbeit rücken die Meissel allmälig den Kegel η abwärts, wodurch die Erweiterung des Loches gleichfalls kegelförmig erfolgt, bis die Ansätze den unteren cylinderischen Theil i erreichen und das Loch ringsum um 52 Millimeter, also auf 0,418 Meter erweitert wird. Die Meissel sind an der Aussenseite nach der Kreislinie ausgeschmiedet, so dass der erweiterte Theil des Lochs kreisrund wird. Der Kegel B ist ein massives Stück Gusseisen, sein cylinderischer Theil i muss einen solchen Durchmesser haben, dass, wenn die Bohrschenkel e e' mit den Verstärkungen h h' anliegen, das Bohrloch ringsum 52 Millimeter erweitert wird. Der Kegel B ruht, mittelst Nieten befestigt, auf einem Theil des gewöhnlichen Bohrgestänges, welches in den unteren Theil des Bohrlochs eingelassen ist, so dass der Kegel sich gerade an der Stelle befindet, welche erweitert werden soll, wie in den Figuren bei D D'. Um den Kegel in der Mitte des Bohrlochs zu halten, sind an dem Gestänge eine oder mehre Leitungen k angebracht; unterhalb der obersten Leitung, etwa 0,6 Meter unter dem Kegel befindet sich ein blecherner Trichter zum Auffangen des beim Erweitern fallenden Bohrkleins. Die kleine Platte n, welche unter die Seitenbacken d d' zwischen die Bohrschenkel e e' geschraubt ist, dient zur Begränzung beim Bohren; wenn sie auf die Schraube am Kegel aufstösst, ist das Bohren zu unterbrechen und alles Zeug aufzuholen, um das Gestänge unter dem Kegel nach Bedürfniss kürzer zu machen. Der Gebrauch des Apparats geht aus Zeichnung und Beschreibung hervor. Zunächst wird das Untergestänge C mit dem Kegel B, der Leitung k und dem Trichter l am gewöhnlichen Gestänge eingelassen und dieses sodann wieder abgeschraubt und aufgeholt; demnächst wird der Erweiterungsapparat am Fabian'schen Freifallstück so tief eingelassen, dass die Ansätze h h' das Cylinderstück m am Kegel B umfassen, worauf das obere Gestänge mit dem Schwengel verbunden und gebohrt wird, anfänglich mit geringer Hubhöhe, allmälig mit grösserer, der Beschaffenheit des Gebirges angemessen. Nähert man sich beim Erweitern der zu untersuchenden Lagerstätte, so bohrt man besser mit steifem Gestänge; innerhalb der Lagerstätte bohrt man höchstens 26 bis 52 Millimeter und holt dann auf, auch den unteren Theil mit dem Kegel, um das in dem Trichter l aufgefangene Gebirge zu untersuchen. Zum Aufholen des Untergestänges ist an der unteren Mutterschraube des

Hauptgestänges ein Trichter angebracht, welcher die obere Vaterschraube des Untergestänges in die Mutterschraube hineinführt, so dass diese aufgeschraubt werden kann. In einem anderen Falle, wo es darauf ankam, das Untergestänge mit grösster Beschleunigung aufzuholen, benutzte man eine Greifzange, welche am Löffelseil hing und das Untergestänge an dem oberen cylinderischen Theil des Kegels ergriff. Wenn das Bohrloch, welches erweitert werden soll, nur geringen Durchmesser hat, erhält der Kegel eine glatte Form, damit die abgebohrten Gebirgsstücke beim Kegel vorbei in den Trichter fallen können. Um das Umsetzen der Bohrschenkel, welches beim cylinderischen Körper ohne Weiteres zu ermöglichen ist, in diesem Falle zu gestatten, muss der Kegel mit umgesetzt werden, weil sonst die Bohrschenkel von ihm abgleiten; zu diesem Zweck ist der Kegel mit einem Schlitz versehen, in welchem ein Keil auf- und abgleitet, der durch eine Verlängerung der Backen d d' mit dem oberen Theil verbunden ist. Wenn dieser umgesetzt wird, dreht sich auch der Keil und nimmt den Kegel mit, welcher durch eine besondere Vorrichtung um das Untergestänge drehbar ist.

Der Bergingenieur Peithner hat einen Erweiterungsbohrer angegeben[137]), welcher bei einem Bohrversuche zu Fohnsdorf bei Judenburg zum Nachnehmen der Bohrlochswände unter der Verröhrung und demnächstigen Nachsenkung der Röhren benutzt wurde. Zwischen zwei Platten a a' Fig. 75. 76. 77 sind die Nachnahmemeissel m um einen Punkt drehbar und werden durch die Federn f f nach auswärts gedrückt. Auf den Nachnahmemeisseln sind kleine Walzen w w so angebracht, dass ihre Entfernung etwas grösser ist, als die der Meissel m m bei einer gewissen Lage derselben. Wenn nun der Bohrer durch die Röhrentour eingelassen wird, Fig. 77, so gleiten die Walzen w w so an derselben, dass die Meissel m m ungehindert hindurch und bis unter die Röhren gelangen, wo sie durch die Federn f f aus einander gedrückt werden und die Bohrlochswände nachnehmen. Die lichte Entfernung der Meissel m m wird durch die Plättchen b b, beziehungsweise deren Abschrägung Fig. 76 regulirt, in welcher die Stellung unter der Röhrentour dargestellt ist. Der Eisenkörper c dient zur Befestigung der Federn f f; soll der Apparat ausser zum Nachnehmen auch zum weiteren Vorbohren benutzt werden, so würde man statt des Eisenstücks c einen gewöhnlichen Bohrmeissel anzubringen haben. Das Herausziehen des Apparats geschieht ohne besondere Vorsicht, indem die Walzen w w an den Röhrenwandungen in die Höhe gleiten und dadurch die Kraft der Federn f f überwinden, so dass die Meissel m m sich zusammenziehen und nicht in die Röhren einschneiden können.

Ein anderer Nachnahme- und Erweiterungsbohrer, welcher an derselben Stelle in der bezeichneten Quelle beschrieben ist, gelangte bisher nicht zum praktischen Gebrauch, kann hier also übergangen werden.

[137]) Helmhacker in Jahrbuch der k. k. Bergakademien Leoben, Przibram und Schemnitz. Wien 1874. S. 374. — Dingler polyt. Journal. Bd. 213 S. 459.

Fig. 75.

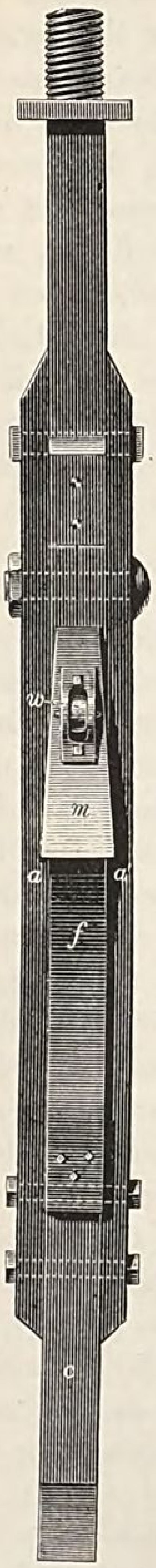


Fig. 76.

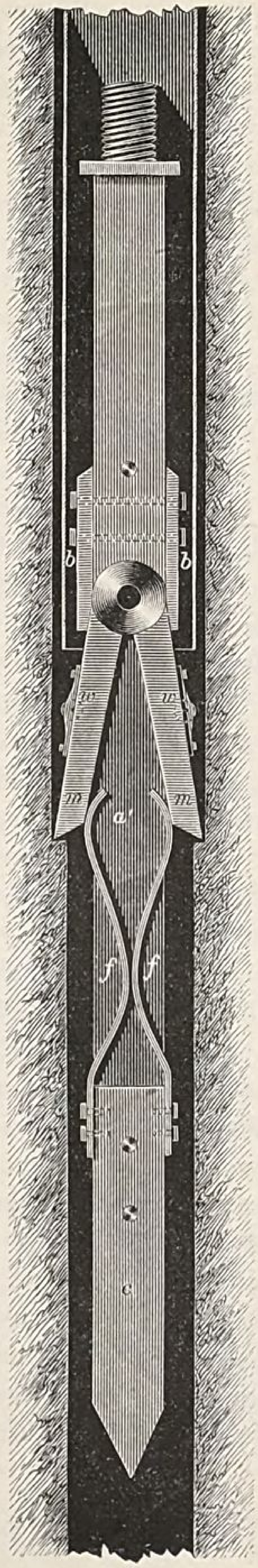
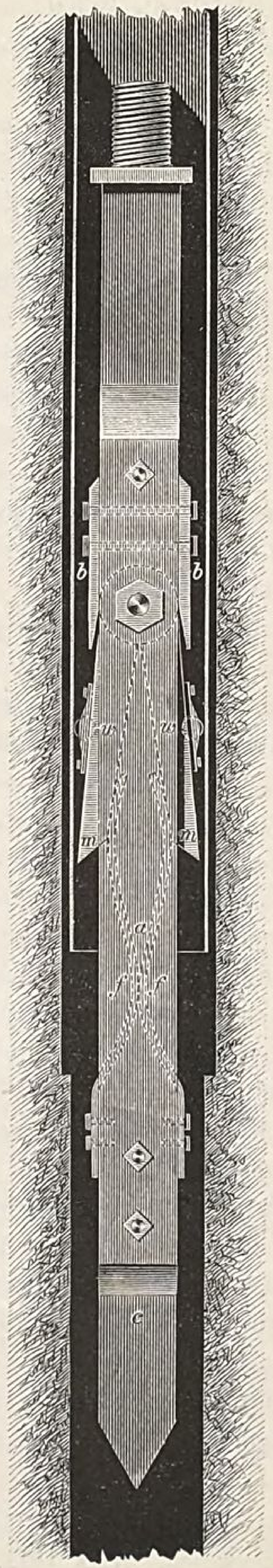


Fig. 77.



Bei einem Bohrversuche bei Judenburg[138]) hatte man die mit sehr vielem Gerölle und Geschiebe erfüllten Diluvialschichten zu durchbohren und zugleich die Bohrlochswandungen durch Röhren zu sichern; man wollte es vermeiden, den anfänglichen lichten Durchmesser der Röhren durch Einschieben engerer zu verkleinern und hat deshalb Einrichtungen getroffen, die Röhren in der ursprünglichen Weite bis in das feste Gestein zu treiben. Die Röhren erhielten eine Wandstärke von $2^3/_4$ Millimeter und eine lichte Weite von 266 Millimeter, während der Meissel in seiner Schneide $261^1/_2$ Millimeter breit war. Anfangs sank die Röhre, welche nach Oben allmälig verlängert wurde, durch ihr eigenes Gewicht dem tiefer dringenden Meissel von selbst nach, bis die Reibung dies verhinderte. Man bohrte nunmehr 314 bis 628 Millimeter tiefer und versuchte die Röhre mit ganz schwachen Schlägen auf die vorgebohrte Sohle zu treiben. Zu diesem Zweck setzte man auf die Röhre einen cylinderischen Holzklotz (Mönch), führte durch diesen, indem er centrisch durchbohrt ist, eine schwere Bohrstange, welche in dem Klotz geführt wurde, auf die Stange schraubte man den Bohrklotz, brachte darauf die Freifallscheere und hing diese an den Bohrhebel. Mit dieser Schlagvorrichtung wirkte man in niedrigen Hüben auf den Holzklotz und trieb die Röhre so der Vorbohrung nach. Dabei wurde von den Bohrlochswänden Gesteinmasse abgeschabt, welche nachrollte und die Röhre nach und nach einklemmte; man musste deshalb die Röhre so weit heben, dass der klemmende Nachfall zwischen Röhre und Bohrlochswand frei in das Loch fallen konnte. Das Heben erfolgte mittelst des Nietkolbens, welcher bis zum tiefsten Rohrende eingelassen wurde. Nachdem der Nachfall niedergefallen war, wurde das Rohr von Neuem durch leichte Schläge eingesenkt, bis nach und nach die Bohrlochssohle in solcher Weise erreicht wurde. Demnächst wurde das Loch durch Löffeln gereinigt und das Vorbohren und demnächst das Röhrensenken erfolgte von Neuem. Nur in seltenen Fällen hatte man nöthig durch einen Nachschneidebohrer unten dem Röhrenfuss Luft zu schaffen; im Uebrigen ging das Sinken der Röhren ganz glatt von Statten. Die Röhrentour wurde zum vollständigen Abschluss der oberen Geröllschichten noch 470 Millimeter tief in den darunter liegenden Mergel eingetrieben und demnächst das Bohrloch in seiner ursprünglichen Weite von $26^1/_2$ Millimeter bis zur Tiefe von 190 Meter fortgesetzt, wo wegen Nachfalls in den Mergelschichten eine engere Röhrentour eingesetzt werden musste.

Andere Erweiterungsbohrer werden von Soulié angegeben[139]), deren nähere Beschreibung hier indess zu weit führen möchte.

Häufig ist man in der Lage, die Röhren wieder zu heben oder ganz zu Tage zu holen, wozu man sich der Röhrenheber bedient. Man darf

[138]) Eggenberg: über Tiefbohrungen bei Judenburg in österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen. Wien 1871. S. 17.

[139]) Soulié et Lacour a. a. O. p. 81.

diese Instrumente niemals in oberen Höhen der Tour anfassen lassen, weil man dadurch sehr leicht ein Abreissen der oberen Röhren bewirkt, vielmehr muss man am möglichst tiefen Punkt angreifen und noch besser untergreifen. Das gewöhnlich und in einfachen Fällen gebrauchte Instrument ist der Nietkolben oder eine demselben sehr ähnliche Construktion von Kind[140]), welche sich vom Nietkolben nur durch längere Backen unterscheidet. — Glenck band über der Tute einer Bohrstange einen mit Sand gefüllten Sack und führte denselben unter die Stelle, wo er die Röhren fassen wollte; beim Aufziehen bildet der Sack eine Wulst, welche sich an die Röhrenwandungen anlegt und auf diese Weise die Röhren zwingt, in die Höhe zu folgen. Wird dies nicht erreicht und kann man nun die Wulst auch nicht ohne Röhren zu Tage bringen, so muss man wieder tiefer niedergehen und den Sack zu entleeren suchen. — Auf demselben Princip beruht die Fangbirne von Glenck, welche aus einem birnförmigen Eichenklotz besteht und, an dem Gestänge befestigt, in die Röhrentour eingeführt wird; um den Raum zwischen Birne und Röhrenwand zu füllen, bringt man von Tage nieder Sand hinein, am besten ist es, wenn man ein Löffelrohr, mit Sand gefüllt, über die Birne anbringt und an der Stelle des Angriffs lüftet. Hierdurch bildet sich dann auch hier gewissermassen eine Wulst, mit welcher die Röhrentour gefasst werden kann. — Nach Alberti wird ein abgestumpfter Holzkegel, mit der grossen Fläche nach unten, am Gestänge eingeführt. Zu gleicher Zeit geht ein aus dünnen Holzdauben zusammengesetztes cylinderisches Gefäss, am Seile hängend, nieder, an dessen unterem Ende Holzkeile angebracht sind, die sich auf den Umfang des Kegels genau auflegen: ist man an die zu fassende Stelle angekommen, so wird der Kegel gehoben, die Dauben werden dadurch an die Röhrenwandungen angepresst und beim weiteren Heben folgt die Röhrentour mit. — Hierher gehört auch das beim Einlassen der Röhren S. 133 beschriebene Instrument von Seckendorff, welchem das nach Ottiliä[141]) angewendete ganz ähnlich ist. — Ein sehr passendes Instrument ist der von Kind[142]) angegebene Röhrenheber. Eine quadratische Eisenstange, welche mittelst Schraubenspindel mit dem Gestänge zu verbinden ist, endet unten in einen birnenförmigen, massiven Körper; über der Stange ist ein Ring verschiebbar, an welchem vier Federarme hängen, diese sind am untern Ende auf der äussern Seite feilenartig gezahnt und werden auch hier durch einen übergeschobenen Ring zusammengehalten. Hat man das Instrument bis zu der anzugreifenden Stelle gebracht, so zieht man mit dem Gestänge, welches beide Ringe passirt, die Birne in die Höhe, wodurch die Arme auseinandergetrieben und in die Röhrenwandungen eingepresst werden, so dass die Röhrentour beim

[140]) Beer a. a. O. S. 295.

[141]) Ottiliä a. a. O. Bd. 7B. S. 232.

[142]) Kind a. a. O. S. 18.

weiteren Heben folgt; geschieht dies nicht, so kann man das Instrument durch erneuertes Senken leicht wieder lösen. Der Apparat ist auch für das Einlassen sehr geeignet.

Das Zerschneiden der Röhren[143]) kann sowohl in horizontaler, wie in vertikaler Richtung nothwendig werden; dies ist indess meist nur der Fall, wenn man beim Einlassen nicht die nöthige Vorsicht angewendet hat und das Herausziehen unmöglich wird, aber das Freimachen des Loches durchaus nothwendig ist, um es von Tage her zu erweitern. Zum Zerschneiden bedient man sich am besten des oben S. 137 bei der Erweiterung der Bohrlöcher beschriebenen Instruments von Dégoussée, nur muss man die dort erwähnten Meissel mit geeigneten Schneidewerkzeugen vertauschen. Das horizontale Zerschneiden erfolgt durch Drehen, das vertikale durch Auf- und Abwärtsbewegen des Instruments.

Bei Bohrversuchen in Algier benutzte man zum Zerschneiden der Röhren ein Instrument von Purtschet[144]). Dasselbe besteht in einer Gabel, welche mit der Bohrstange verbunden ist; über dem Fusse jedes der federnden Arme sind Löcher angebracht, in welche Blätter eingesteckt werden, deren schneidende Spitzen, je nachdem sie einen Längsschnitt oder einen Kreisschnitt in den Röhren ausführen sollen, verschieden gestellt sind. Beim Einlassen werden die Arme durch eine Schnur zusammengezogen, welche mit der Rutschscheere und dem Löffelseil verbunden wird; durch Ziehen des Löffelseils wird, wenn das Instrument bis zur betimmten Stelle eingelassen ist, die Schnur zerrissen und die Arme können sich ausdehnen, worauf die Rutschscheere beseitigt wird. Damit die Arme sich nur auf das bestimmte Maass ausdehnen, sind auf jeder Seite derselben Stifte eingenietet, über welche plattgedrückte Ringe gelegt werden, wodurch die Ausdehnung begränzt wird. Durch Auf- und Abwärtsbewegung des Apparats werden alsdann die Schnitte der Länge nach, durch Drehen die Kreisschnitte bewirkt. Beim Ausziehen drücken sich die Arme von selbst zusammen. Die übrigen an derselben Stelle angegebenen Instrumente von Saury gleichen sehr den von v. Seckendorff und Ottiliä angegebenen und bereits oben beschriebenen.

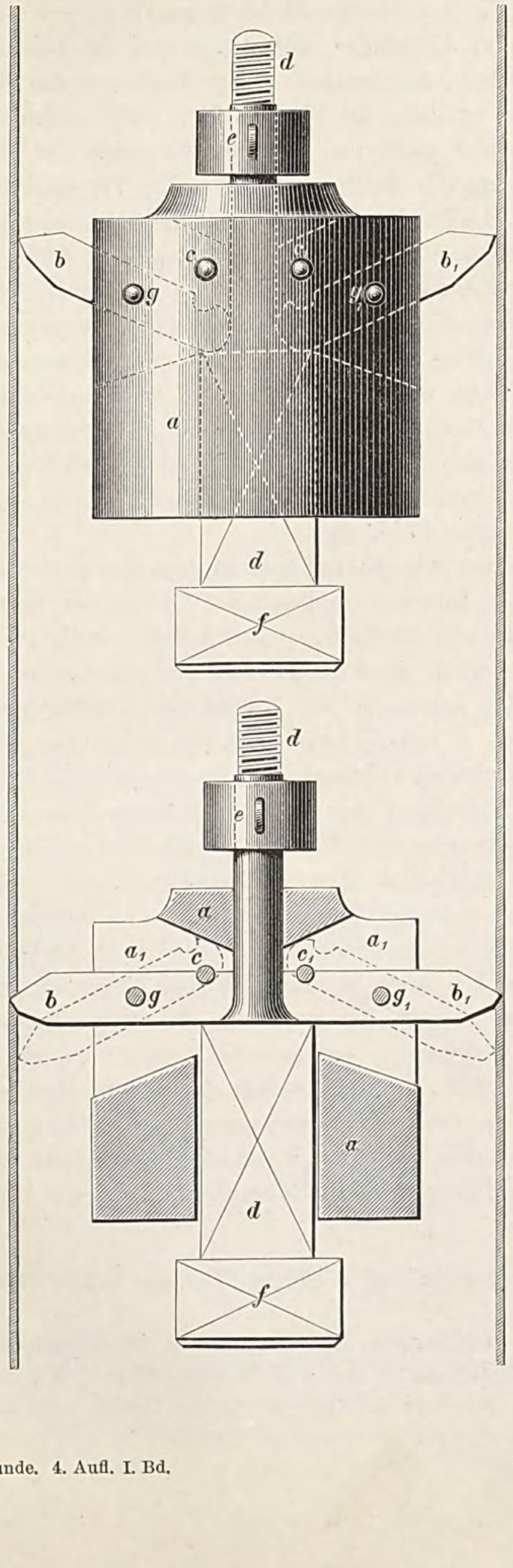
Müldner[145]) hat folgenden Röhrenabschneider construirt. Der ovalcylinderische Körper a (Fig. 78. 79.) von Gusseisen ist in der Mitte gelocht und mit den Einschnitten a' a' versehen, in welche die gussstählernen Klinken b b' um ihre in der Mitte befindlichen Bolzen g g beweglich eingefügt sind; über dem Ende der Klinken sind Splinte c c' von schwachem, abgeschrecktem Eisen angebracht. Durch den Körper geht eine viereckige, unten stärkere, oben schwächere abgestemmte schmiedeeiserne Stange d

143) Soulié et Lacour a. a. O. p. 82.

144) Annales des mines 7. Série, tome IX. p. 359.

145) Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins für Steiermark u. Kärnthen. 1877. S. 408.

Fig. 78 u. 79.



mit einem angesplinteten Kranz e und einem angeschweissten Bunde f. Die Klinken b b' werden durch die Auflagerung auf d und die Anlehnung an die Stifte c c' in wagerechter Richtung gehalten, so dass sie beim Drehen des 25 mm starken Gestänges, mittelst dessen das Instrument eingelassen wird, in die Röhre einschneiden. Beim Einlassen des Gestänges nehmen die Klinken die Stellung in Fig. 78 an; nach vollendeter Arbeit zieht man das Instrument stark an, wodurch die Stifte c c' abbrechen und die Klinken eine hängende Stellung, wie in Fig. 79, punktirt, annehmen, so dass man ohne Hinderniss mit dem Instrument ausfahren kann.

Bei Bohrversuchen auf Braunkohle in der Nähe von Schöningen sind durch Greifenhagen[146]) verschieden construirte, wirkliche Röhrensägen angewendet, die im Wesentlichen darauf beruhen, dass die Sägeblätter in horizontalen Lagern an zwei beweglichen Armen angebracht sind, welche mittelst Keil oder Ring an der zu zerschneidenden Stelle bis zur Röhrenweite aus einander gezwängt werden. Zu erwähnen ist noch, dass Greifenhagen, damit die Sägevorrichtung nicht freihängt, unter derselben Bohrstangen bis zum Tiefsten des Bohrlochs anschraubt und denselben einen Fuss als festes Lager giebt.

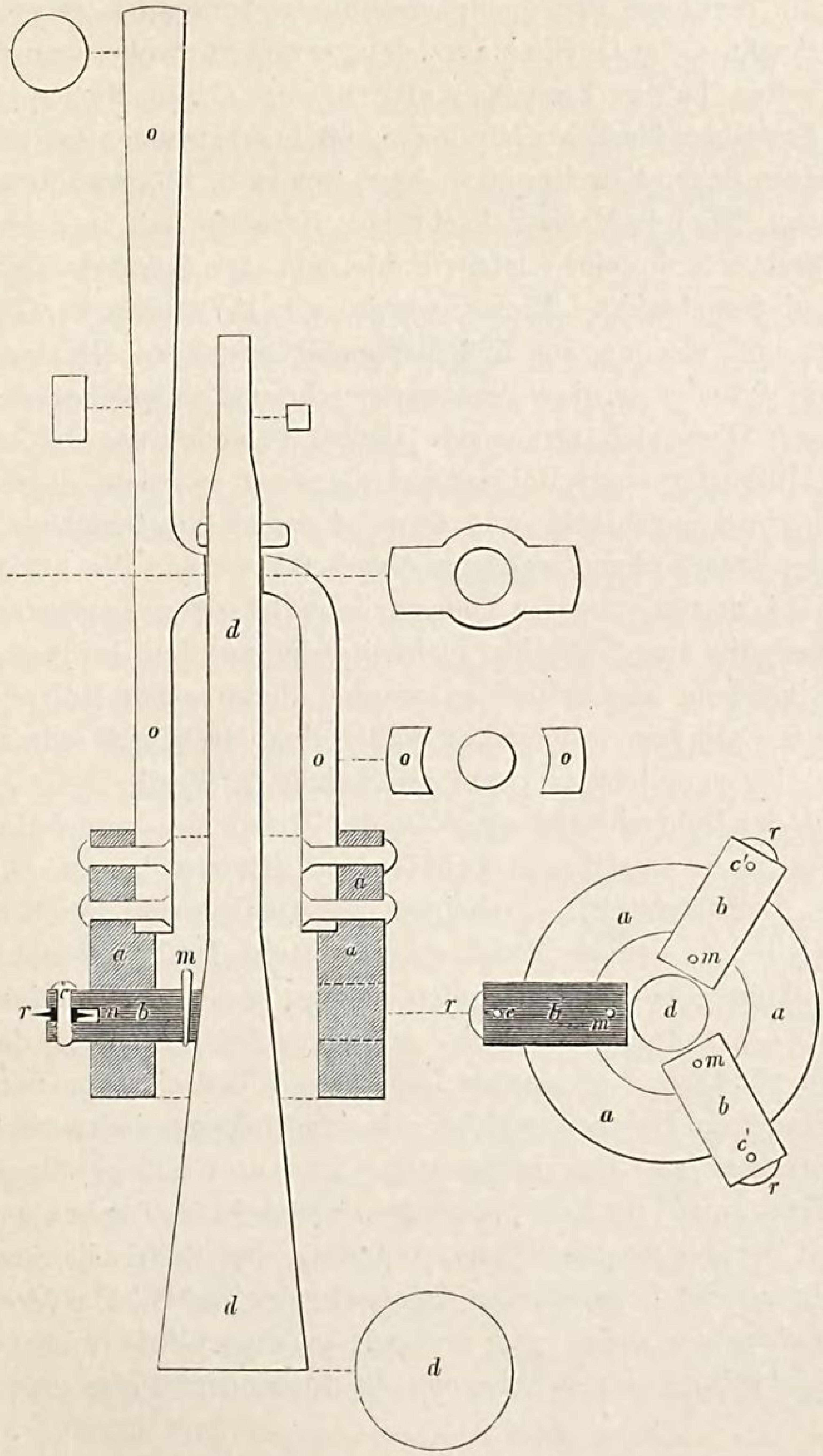
Einer ähnlichen Einrichtung bedient man sich in Pennsylvanien[147]) zum Zerschneiden der Röhren, wodurch in Tiefen von 200 Meter und darüber bei Wandstärken der Röhren von 7 Millimeter die Trennung in wenigen Minuten bewirkt wird. In Fig. 80 ist a ein gusseiserner Cylinder, an welchem die Gabel o angenietet ist; b sind drei verschiebbare Keile, welche durch den Kegel d, sobald er mittelst des schwachen Gestänges gehoben wird, aus dem Cylinder a herausgedrückt werden; die Stifte m verhindern das gänzliche Herausfallen der Keile. Dieselben haben nach Aussen einen Schlitz n zur Aufnahme der Messer r, welche sich auf den Schraubenbolzen c drehen. Beim Einlassen muss der Kegel d so tief stehen, dass der Umkreis der Messer geringer ist, als der lichte der Röhren, so dass das Einlassen ungehindert erfolgen kann. Die Gabel o ist an das starke Gestänge geschraubt, welches oben in einem Wirbel hängt und daher drehbar ist. Sobald die Messer r an die zu durchschneidende Stelle angelangt sind, wird der Kegel d gehoben, wodurch die Messer r an die betreffende Stelle der Röhre angedrückt werden; indem das starke Gestänge und mit ihm der Cylinder a in drehende Bewegung gesetzt wird, greifen die Messer r die Röhre an, wobei man den Kegel d langsam hebt und so das völlige Eindringen der Messer r in die Röhrenwand bewirkt. Nachdem die Röhre

[146]) Greifenhagen: in berg- u. hüttenm. Zeit. von Kerl u. Wimmer. Jahrg. 1866. S. 305. 319.

[147]) Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins für Kärnthen. Klagenfurt 1874. S. 66. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1874. S. 173. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1874. S. 113. — Dingler polyt. Journal. Bd. 212. S. 393.

durchschnitten, wird der Kegel wieder gesenkt, worauf beim weiteren Drehen des Cylinders die Keile b zurücktreten und der Apparat wieder gehoben werden kann.

Fig. 80.



Zuweilen ist man in die Lage versetzt, einem bereits vorhandenen Bohrloche von Oben her einen grösseren Durchmesser zu geben; alsdann muss man die eingebrachten Röhren beseitigen und das Bohren

in der ganzen Tiefe wiederholen. Das Verfahren empfiehlt sich keineswegs, da es viel kostbarer ist, als wenn man dem Bohrloch von vornherein den beabsichtigten Durchmesser giebt, und da man die einmal überwundenen Schwierigkeiten, welche durch die Beschaffenheit des Gebirges erwachsen, von Neuem durchmachen muss. Das Bohrloch No. 1 zu Neusalzwerk, mit welchem die berühmte Badequelle erschlossen worden ist, wurde, um einen stärkeren Ausfluss der Quelle zu erzielen, erweitert, wobei man die grössten Schwierigkeiten hatte. Zum Erweitern von Oben dienen die Büchse oder die derselben ähnlichen, früher S. 66 beschriebenen Instrumente oder auch die eigentlichen Erweiterungsbohrer, welche S. 133 erwähnt sind. Beim Betriebe des Königin-Maria-Schacht am Harz[148]) hat man zur Bildung eines Bergesturzes in eine tiefere Sohle von der Schachtscheibe aus ein Bohrloch niedergebracht. Dieses wurde mit 157 Millimeter Durchmesser vorgebohrt und alsdann auf 523 Millimeter erweitert. Hierzu wurde ein gusseiserner Cylinder an die Bohrstange geschraubt, in welchem sich 16 pyramidale, nach Oben sich verengende Löcher befanden, in welche gussstählerne, 65 Millimeter lange Bohrmeissel eingesetzt wurden; davon waren an der Peripherie 8 angebracht, von denen 4 radial, die 4 anderen dem Bohrlochsumfang entsprechend gebogen eingesetzt waren; die übrigen Meissel sind zu je 4 in zwei engeren concentrischen Kreisen eingesetzt und zwar steht immer die eine Schneide rechtwinkelig zu den beiden zugehörigen Nachbarschneiden. Die Schneiden werden durch einen Holzpflock in den Löchern des Cylinders festgehalten und sollen durchaus festsitzen (?). Das Instrument ist complicirt und von zweifelhaftem Werth.

Damit der Bohrschlamm nicht in das Tiefste des vorgebohrten Loches fällt, muss man dasselbe abschliessen. Hierzu benutzt Alberti ein besonderes Instrument[149]): ein hohler, aus Dauben von weichem Holz gefertigter Cylinder, der oben und unten mittelst Draht gebunden ist, wird mit Hanfschnüren oder Lederstreifen umlegt, wobei der Durchmesser noch nicht den des unteren Bohrlochs erreichen darf; oben ist der Cylinder durch eine mit Eisen beschlagene Lederklappe bedeckt, von unten her ragt in den Cylinder ein Holzkeil, welcher mit einer links geschnittenen Schraubenmutter versehen ist. Das Instrument wird am Gestänge eingeführt, mit dem Gestänge wird der Keil angezogen, wodurch die Dauben des Cylinders ausgedehnt werden, so dass eine Liderung der Bohrlochswände bewirkt wird, während die Lederscheibe das Loch abschliesst. Das Gestänge wird durch Abschrauben gelöst und erst wieder eingeführt, wenn wegen weiterer Fortschreitung der Erweiterung das Instrument tiefer gesenkt werden muss.

[148]) Neimke: in berg- u. hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer. 1867. S. 201.

[149]) Alberti: Das Seilbohren im Kalkgebirge, in Dingler Journal Bd. 64. S. 41.

b. Andere Befestigungsarten der Borlochswände.

1. Verletten. Wenn zwischen festen Gebirgslagen einzelne lockere Schichten vorkommen, beseitigt man den dadurch veranlassten Nachfall zuweilen mit Glück durch Einbringung einer consistenten Masse von gehörig durchgeknetetem Thon. Nachdem die Schichten durchbohrt sind, wird unmittelbar nachher die Masse eingebracht und mittelst der Bohrkeule, einem cylinderischen, unten abgerundeten, am Gestänge einzuführenden Instrument, festgestampft, auch in die Bohrlochswandungen eingedrückt; die Verlettung wird über die brüchige Stelle hinauf fortgesetzt. Demnächst bohrt man wieder auf und hat dann wenigstens auf einige Zeit die Bohrlochswandungen geschützt.

2. Viel geeigneter, auf demselben Princip beruhend, ist das Betoniren[150]), welches bei Bohrlöchern in Preussen in grossem Umfange mit gutem Erfolg zur Anwendung gelangt ist. Findet die Betonirung in einem mittleren Theile des Bohrlochs statt, nachdem schon unter der zu befestigenden Stelle weiter gebohrt war, so muss der untere Theil verschlossen werden. Dies geschah bei dem Bohrloch zu Rohr[151]) mittelst eines Spundes. Das Hauptgestänge, welches von Tage niedergeführt wird, endet in einer Gabel, deren Schenkel unten mit Haken versehen sind; diese greifen in Oesen, welche an keilförmigen Backenstücken angebracht sind. Diese Keile sind die Hälften eines Holzcylinders, der genau nach dem zu verschliessenden Bohrloch aussen abgedreht ist, in der Mitte sind sie keilförmig abgehauen; in die hierdurch hergestellte Oeffnung passt der eigentliche pyramidale Keil, welcher mit seiner breiten Grundfläche nach Oben gekehrt ist. Mit dieser hängt er gleichfalls in einer Gabel, welche die Fortsetzung einer Bohrstange ist, über welcher eine an dem Löffelseil hängende Rutschscheere angebracht ist; die Gabelenden stecken lose im Keil. Das Löffelseil hängt mit dem Keil in der Achse des Bohrlochs, das Hauptgestänge seitwärts. Die beiden Theile des Holzcylinders werden durch einen angehängten Stein beschwert, um das Kippen im Wasser zu verhindern, ausserdem werden in der Aussenfläche zwei Rinnen angebracht, in welche man Bindfaden legt, um eine bessere Verdichtung zu erzielen. Die Vorrichtung wird circa 1 Meter unter die brüchige Stelle eingeführt und demnächst der Keil durch mehrmaliges Schlagen mit der Rutschscheere fest eingetrieben; alsdann zieht man den Rutschscheerenapparat heraus und löst das Hauptgestänge durch Drehen aus den Haken. Man unterbricht einige Stunden die Arbeit, um dem Keilstück Zeit zum Aufquillen zu geben; damit aber jede etwa gebliebene Oeffnung unschädlich wird, schüttet man etwa 0,090 bis 0,125 Kubikmeter Ziegelsteinbrocken von verschiedener Grösse hinein.

Die Betonmischung bestand zu Rohr aus $^1/_4$ hydraulischem Kalk

150) Soulié et Lacour a. a. O. p. 82.

151) Unger a. a. O. Bd. 7B. S. 36.

von Cönnern, $^1/_4$ Trass und $^2/_4$ Portlandcement. Diese wurde in einem sich von unten leicht öffnenden Löffel eingebracht und auf diese Weise mittelst 4,667 Kubikmeter Masse das Bohrloch von 149 bis 138 Meter Tiefe ausgefüllt. Die Erhärtung erfolgte nach 2 Monaten, worauf man das Loch ausbohrte und nach Beseitigung des Spundes wieder fortsetzte. — Aehnliche Betonirungen erfolgten bei den Bohrversuchen zu Elmen und Kösen[152]). In Elmen verstürzte man den unteren Theil des Bohrlochs mit Sand, den man nach der Durchbohrung des Betons mittelst des Löffels beseitigte; die Mischung des Betons bestand hier aus $^1/_6$ hydraulischem Kalk, $^2/_6$ Trass und $^3/_6$ Portlandcement, die aber zu schnell und schon nach 8 Tagen erhärtete.

Eine Betonirung anderer Art wurde in dem Bohrloch No. 4 zu Elmen[153]) zu dem Zwecke vorgenommen, die aus den Bohrlochswänden austretenden Wasser von dem erbohrten Steinsalz abzuhalten. Man hatte den Theil unter dem oberen zu benutzenden Steinsalzlager, in der zuletzt angegebenen Weise betonirt, wieder ausgebohrt, demnächst aber über dem Steinsalzlager noch eine 5,649 Meter hohe Betonschicht eingebracht. Auf diese wurden die hölzernen Isolirungsröhren aufgesetzt; diese gewährten gegen die Bohrlochswandungen einen Spielraum von 33 Millimeter; die unterste Röhre hatte fünf Oeffnungen und war an ihrem Fusse mit kupferner Muffe versehen. Nach der Feststellung der Röhrentour wurde von Neuem Beton eingebracht, der bis 1,255 Meter über das unterste Rohr reichte; aus demselben war der Beton durch die Schlitze herausgetreten und hatte den Raum zwischen Bohrlochswand und der äusseren Wand des Rohrs vollständig erfüllt. Nach der Erhärtung des Betons, die schon nach 8 Tagen erfolgte, bohrte man innerhalb der unteren Röhre aus und demnächt unter der Röhre bis zum Steinsalzlager, worauf die Beseitigung der darunter befindlichen Sandfüllung stattfand. Die Arbeit war vollkommen gelungen und ist auch bei den späteren Bohrversuchen zu Elmen und Schönebeck, mit denen Steinsalz angetroffen wurde, so auch bei dem neuesten Bohrloch zu Neusalzwerk zur Absperrung oberer wilder Wasser, zur Anwendung gelangt.

VII. Das Kernbohren.

Um die Beschaffenheit des erbohrten Gebirges an jeder Stelle genau zu erkennen, was durch den zu Tage geschafften Bohrschmand nicht möglich ist, benutzt man Instrumente zur Erbohrung von sogenannten Kernen, an denen man zugleich das Fallen der Gebirgsschichten beobachten kann. Man hat zwei Operationen dabei vorzunehmen: 1. das Umbohren des Kerns, was mit einem gabelförmigen Meissel geschieht, welcher das Gebirge nur am Rande fortnimmt und im Innern einen cylinderischen Zapfen

[152]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 7A. S. 245. 246.

[153]) Zobel a. a. O. Bd. 9B. S. 142. 144. 146.

des Gebirges stehen lässt; 2. das Abstossen oder Abreissen dieses Steinzapfens. Hierzu wendet Kind einen complicirten Apparat an[154]), der aus zwei Theilen besteht; ein Blechcylinder hängt an dem Bohrgestänge, am untern Rande ist derselbe mit einem Ringe versehen, an welchem vier spatenförmige Klappen befestigt sind; beim Einlassen stehen dieselben aufrecht; im oberen Theile hat der Cylinder mehrere Schlitze, um dem schmandigen Wasser den Austritt zu gestatten. In dem Cylinder hängt an Rutschscheere mit Bohrstange und Löffelseil eine Glocke, weit genug, um den Zapfen zu umfassen. Wenn der äussere Cylinder in die erbohrte Rinne angekommen ist, so wird die Glocke gesenkt, welche nun die vier Blätter in den Zapfen eindrückt; diese lösen mit ihren Schneiden den Zapfen, welcher nunmehr auf dem Spaten aufruht und zu Tage geholt werden kann. — Zobel wendet zum Losreissen des Zapfens seinen oben S. 119 beschriebenen Eisenfänger an, der dann halbcylinderische Backen und an diesen vorstehende Schuhe erhält, mit welchen der Zapfen losgerissen und zu Tage geholt wird.

Besondere Kernbohrer, welche Kerne zu Tage bringen, aus denen nicht nur die Beschaffenheit des Gebirges, sondern auch dessen Fallen erkannt werden kann, sind von Evrard, sowie von Degoussée und Laurent angewendet worden[155]). Weiter unten wird davon die Rede sein, wie das Diamantbohren geeignet ist, über die Beschaffenheit des erbohrten Gebirges genaue Kenntniss zu erlangen.

VIII. Allgemeines über das Bohren.

Zur Controle über die Arbeit und zur Sammlung von Nachrichten über den Gang der Bohrarbeit sind Bohrtabellen oder Bohrregister zu führen, deren Einrichtung mannigfaltig sein kann. Bei den für fiscalische Rechnung in Preussen betriebenen Bohrversuchen hat man chronologische Tabellen, die für jeden Tag, und zwar getrennt nach Tag- und Nachtschicht, den Zeitaufwand für die Nebenarbeiten (Löffeln, Beseitigung von Brüchen), die Ergebnisse der eigentlichen Bohrarbeit (Aufwand an Zeit, abgebohrte Centimeter, ausgeführte Schläge), die Belegschaft, die Gesammttiefe, die Bohrlochsweite, die Hubhöhe, die Nummer der genommenen Gebirgsstufen, Bezeichnung der erbohrten Gebirgsart und eine Colonne für Bemerkungen nachweisen. Ausserdem hat man monatliche Tabellen, welche ausser der Neben- und Bohrarbeit und deren Effect, die verausgabten Bohrlöhne, den Zeit- und Geldaufwand zum Bohren von 1 Centimeter, das Schlaggewicht bei freifallendem Bohrer, die Hubhöhe, die Bohrlochstiefe, die erbohrte Gebirgsformation, die Temperatur im Tiefsten; unter Umständen den Soolgehalt angeben[156]). Bei kleinen Bohrarbeiten reduciren sich selbst-

[154]) Beer a. a. O. S. 202.
[155]) Soulié et Lacour a. a. O. p. 76.
[156]) Unger a. a. O. Bd. 7 B. S. 24. 25. 29. 31.

redend diese Rubriken, immer aber muss man den täglichen Effect, das durchbohrte Gestein und die durch Unfälle veranlasste Arbeit ersehen können.

Es ist eine Thatsache, dass die meisten Bohrlöcher nicht lothrecht niedergebracht werden. Um die Neigung derselben, so wie die Himmelsgegend, nach welcher jene Abweichung vom Loth gerichtet ist, zu bestimmen, hat Kreisgerichtsrath Nolten ein Instrument construirt, welches zwar sehr sinnreich erdacht ist, aber kaum einen sichern praktischen Werth hat, da seine Angaben nicht zuverlässig sind; es kann daher hier die Beschreibung unter Verweisung auf die unten angegebene Quelle übergangen werden[157]).

Von grosser Wichtigkeit ist die Untersuchung des Bohrschlamms, welche nach jedem Löffeln geschehen soll, wenn die Formation, in der man bohrt, von Wichtigkeit ist. Die aus dem Schlamm gewonnenen Bohrproben müssen sorgfältig aufbewahrt, numerirt und mit Angabe der Bohrlochstiefe, von der sie stammen, etiquettirt werden; die Untersuchung der Bohrproben hat, wenn nöthig, mit allen Hilfsmitteln der Wissenschaft zu erfolgen.

Auch die von dem Bohrschlamm abgefüllten Wasser sind auf Salzgehalt zu untersuchen; zeigen sich davon Spuren, so hat man fortgesetzt mit dem Soollöffel Proben des Wassers zu entnehmen und dessen Salzgehalt zu prüfen. Bohrt man nach anderen mineralischen Wassern, so ist darauf die Untersuchung zu richten. Ferner ist zur wissenschaftlichen Beurtheilung die Kenntniss der Temperatur im Tiefsten des Bohrlochs erforderlich. Diese beobachtet man durch ein gewöhnliches Thermometer, welches in eine mit Talg gefüllte und mit einem Deckel verschlossene Büchse gesteckt und am Seil hineingelassen wird. Bei specielleren Untersuchungen benutzt man hierzu ein Maximum-Thermometer, weil während des Aufholens sich beim gewöhnlichen Thermometer immerhin der Stand des Quecksilbers verändern kann. Bei den Beobachtungen muss man grosse Vorsicht anwenden, weil das Gestein vor Ort durch die anhaltenden Meisselschläge sich sehr erhitzt, weshalb man wohl 5 bis 6 Stunden nach dem Aufholen des Meissels das Thermometer in dem Bohrloche lässt und dann sehr schnell aufholt[158]); am besten ist es, das Thermometer Sonnabend nach vollendeter Arbeit einzuhängen und Montag vor Beginn der Arbeit wieder aufzuholen, wo dann während der Ruhe am Sonntag eine Ausgleichung der Temperatur im Tiefsten erfolgt.

[157]) Selbach in Zeitschrift für B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 27 B. S. 176.
[158]) Martins in Karsten u. v. Dechen Archiv 1846. Bd. 20. S. 268.

Chinesische Bohrmethode oder das Seilbohren.

Bei dieser Methode, welche zuerst von den Chinesen angewendet worden sein soll, wird das Bohrgestänge durch ein Seil ersetzt; sie ist nach den gemachten Erfahrungen viel unvollkommener, als das jetzige Gestängebohren mit Freifallapparat, doch hat man in neuerer Zeit Anstrengungen gemacht, die Unvollkommenheiten zu beseitigen. Nach einer Mittheilung von Jobard[159]) giebt schon eine vor ca. 200 Jahren zu Amsterdam erschienene Reisebeschreibung davon Notiz, dass die Chinesen in sehr bedeutende Tiefen mittelst eines mit einer eisernen Hand (yzerhand) versehenen Seils bohren. Diese Notiz wurde 1827 durch den Missionär Imbert bestätigt, nach welchem in der Provinz Ou-Tong-Kiao auf einem 10 Meilen langen, 4 Meilen breiten Landstrich mehr als 10000 Brunnen vorhanden sind, die schon vor undenklicher Zeit bis gegen 565 Meter Tiefe zur Gewinnung von Salzquellen und Erdharzen niedergebracht sein sollen; einige Bohrlöcher sollen 1200 Meter Tiefe erreicht haben und Ströme von Kohlenwasserstoffgas ausgeben, deren man sich zum Heizen der Siedepfannen bedient.

Das Verfahren beruht auf dem Umstand, dass ein belastetes Seil sich aufdreht, ein entlastetes sich wieder zudreht; wird ein Wirbel zwischen Seil und Meissel geschoben, so giebt das Seil beim Anhube dem Bohrer eine kreisförmige Bewegung, indem es sich aufdreht, sofern die Reibung zwischen Wirbel und dem oberen Ende des Bohrers grösser ist, als die Torsionskraft des Seils.

Im Jahre 1827 wandte man diese Methode in Frankreich, 1828 in Belgien, 1832 bei Saarbrücken, 1834 bei Ehrenbreitstein, 1843 bei Schemnitz in Ungarn, neuerdings 1861 in der Nähe von Baireuth und seitdem an vielen anderen Orten an.

Als Seil soll man in China nach Imbert fingerdicke Bambusriemen verwenden. Bei Saarbrücken[160]) benutzte man ein rundes Hanfseil, doch sind Hanfseile nicht zu empfehlen, weil sie sich zu stark dehnen, so dass schon bei geringer Tiefe die Uebertragung des Hubes auf den Meissel zweifelhaft wird. Corbéron bediente sich der Aloeseile, Jobard empfiehlt Eisendrahtseil mit eingelegten Hanfschnüren, ein rundes Drahtseil gebrauchte man bei Schemnitz in Ungarn und Trafaiach in Steiermark[161]), ein plattes Drahtseil zu Ehrenbreitstein.

Bohrwerkzeuge. Meissel haben sich in Saarbrücken nicht bewährt,

[159]) Jobard: in Dingler polyt. Journal 1847. Bd. 105. S. 14. — Soulié et Lacour a. a. O. p. 71. — Strippelmann a. a. O. S. 10. 16. 33. 42. 46. 83. 124. Zweite Auflage. Leipzig 1881.

[160]) Sello: in Karsten Archiv 1833. Bd. 6. S. 343. — 1834. Bd. 7. S. 526. — 1836. Bd. 9. S. 377.

[161]) Beer a. a. O. S. 311.

weil kein regelmässiges Umsetzen damit zu erzielen war, dennoch empfiehlt sie Alberti[162]) bei engen, 90 Millimeter weiten Bohrlöchern im Muschelkalk. Mehr oder weniger ist man stets auf Kronenbohrer angewiesen; bei Saarbrücken war eine Art Kronenbohrer in Verbindung mit gezahnter Büchse in Thätigkeit; auch hat man Bohrkeulen mit vorstehenden Zacken. Der Bohrklotz von Jobard ist ein 1 Meter hoher Cylinder von Gusseisen, dessen Wände cannelirt sind und dessen Fuss gezahnt ist, derselbe ist in eisernen Formen gegossen, um die Zähne stahlhart zu machen; durch den Cylinder hindurch geht eine schmiedeeiserne Stange mit verstählter kegelförmiger Spitze, welche zum Vorbohren dient; der obere Theil des Cylinders ist hohl, um darin den Bohrschmand aufzusammeln.

Leitungen am Seil in Gestalt von Knoten taugen nichts, weil sie bei Brüchen das Bohrloch versperren. Zur Geradführung wandte Sello über dem Bohrinstrument eine Bohrstange an, welcher er oben und unten eine cylinderische Verstärkung gab, mit denen der Bohrer an den Wänden des Bohrlochs geführt wurde; zum Durchlass des Bohrschlammes erhielten diese Verstärkungen vier Einkerbungen der Länge nach: auch diese Leitung ist keineswegs empfehlenswerth.

Die Schlagvorrichtungen sind sehr mannigfaltig. Die ursprünglich chinesische Einrichtung ist ein federnder Baum, ganz ähnlich dem, wie ihn die Engländer beim Stossen anwenden; siehe oben S. 108. — Jobard empfiehlt eine Einrichtung ähnlich einer Ramme. — Sello und Fromman[163]) nahmen eine mit Löchern versehene Scheibe, in die Löcher wurde ein Hebel eingesetzt, durch dessen Niederdrücken das Seil gehoben wurde; um ein schnelles Zurückgehen des Hebels zu bewirken, war derselbe mittelst Riemen mit einer Schlagfeder verbunden. — Alberti, welcher über den Bohrer einzelne Stangen und dann erst das Seil bringt, benutzte einen Schwengel mit einem ausgekehlten Bogenstücke, in dessen Kehle das Seil durch übergelegte und angeschraubte Platten festgeklemmt wird. — In allen Fällen geht das über Tage befindliche Ende des Seils auf die Auszugsvorrichtung — meist ein Haspel — und ist auf derselben aufgewickelt.

Bohrt man mit dem Meissel, so muss man häufig nachbüchsen, was Frommann durch Anbringen von Nachschneiden am Meissel zu vermeiden sucht. Sello bei seinen späteren Versuchen und Frommann geben über der grossen Bohrstange, Alberti über den kleinen Bohrstangen einen Wirbel zum Befestigen des Seils, der bei Jobard fehlt. Derselbe vermittelt das Umsetzen des Bohrers durch das Auf- und Zusammendrehen des Seils, was sich bei einem neuen oder dicken oder langen Seile stärker äussern muss, als bei einem alten oder dünnen oder kurzen, weshalb man auch nach der Beschaffenheit des Seils den Hub und das Umdrehen einrichtet.

[162]) Alberti: in Dingler polyt. Journal Bd. 64. S. 33.

[163]) Frommann: Das Seilbohren. Koblenz 1835. S. 70.

Vor dem Beginn des Bohrens muss man das Seil anspannen, weil sich dasselbe erst ausreckt, und je länger es ist, desto mehr, ehe es den Bohrer hebt. Zu Ehrenbreitstein hatte man unter dem Bandseil von Eisendraht ein 2,197 Meter langes Stück Hanfseil, an welchem der Bohrapparat hing, um ein besseres Umsetzen zu bewirken.

Zum Löffeln benutzte man in den meisten Fällen das Bohrseil, zu welchem Ende man vor jedem Löffeln den Bohrer mit seinen Stangen abschlagen und den Löffel anschlagen musste, wodurch Zeitaufwand entstand, zu Ehrenbreitstein hatte man deshalb ein besonderes Löffelseil.

Die Uebelstände dieser Bohrmethode sind: 1. die Unmöglichkeit, mit dem Meissel zu arbeiten, statt dessen man Kronenbohrer oder dem ähnlich gestaltete Instrumente benutzen muss, welche den Effect beeinträchtigen; 2. die Unsicherheit des Hubes, wenn bedeutendere Tiefen erreicht sind; 3. die Nothwendigkeit, dennoch ein Gestänge in Bereitschaft zu haben, da Unfälle und Brüche anders gar nicht zu beseitigen sind; 4. die Unmöglichkeit, in lockeren Massen drehend zu wirken; 5. der geringere Effect im Vergleich mit dem jetzigen vollkommneren Gestängebohren; 6. die Unmöglichkeit, zu hören und zu fühlen und daraus auf die Wirkungen des Bohrers im Tiefsten schliessen zu können. Alle diese Nachtheile lassen schwerlich eine allgemeinere Anwendung dieser Bohrmethode hoffen, und bis in die neuere Zeit war die tiefste bekannte Bohrung dieser Art ein Brunnen im Garten der école militaire zu Paris, welcher 188 Meter Tiefe erreichte[164]).

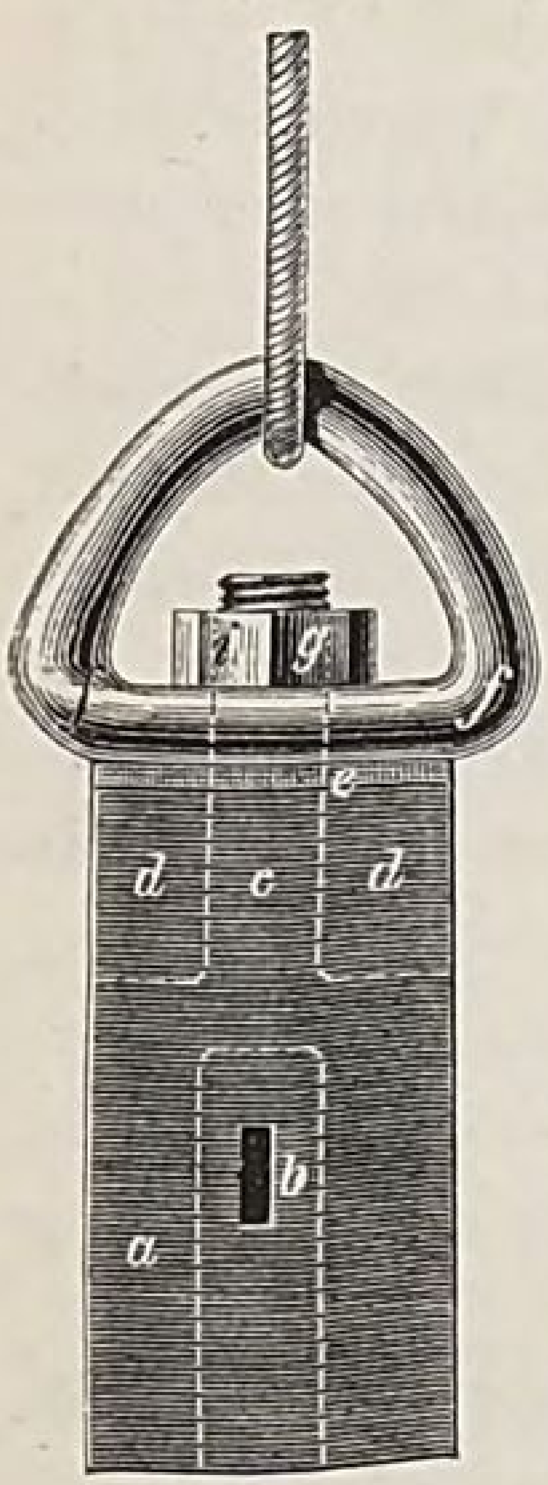
In neuerer Zeit ist man jedoch bemüht, diese Bohrmethode zu vervollkommnen. Georg Kolb hat bei Baireuth im Rothliegenden ein Bohrloch von 314 Millimeter Durchmesser mittelst Seilbohren niedergebracht und soll vorzügliche Resultate erzielt haben[165]). Das Umsetzen soll durchaus regelmässig erfolgt sein, indem er zwischen Seil und Bohrstange einen Gummicylinder und eine eiserne Platte einschaltete, mittelst welcher Vorkehrungen die Drehung des Seils auch wirklich auf die Effectstücke übertragen wird; auch bohrt er mit direkt wirkendem Dampfcylinder und holt das Seil mittelst besonderer, liegender Dampfmaschine zu Tage, welche auch das Löffeln besorgt. Kolb will die Bohrlöcher in $1/5$ und $1/8$ der Zeit, welche bei den sonst üblichen Vorrichtungen gebraucht wird, niederbringen; er bohrt nach den vorliegenden Nachrichten durchschnittlich 3,923 Meter in 24 Stunden und hat sogar in derselben Zeit auch 6,277 Meter abgebohrt; mit einem Bohrloche erreichte er eine Tiefe von 171,36 Meter, ein anderes soll 502 Meter Tiefe erlangt haben. Dabei ist das Löffeln von höchst unbedeutendem Aufenthalt und Unfälle sind fast gar nicht vorgekommen.

[164]) Jobard a. a. O. S. 17.

[165]) Allgem. berg- u. hüttenm. Zeitung von Dr. Hartmann. Jahrg. 1861. S. 13. 171. Jahrg. 1862. S. 59 u. 251, auch berg- u. hüttenm. Zeitung von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1861. S. 309.

Das Wesentliche bei dieser Methode besteht in der Regulirung der Meisselumdrehung[166]. Wenn der Meissel am Seile gehoben wird, so dreht sich das Seil auf und beschreibt mit dem Meissel das Viertel eines Kreises schon, wenn das Seil nur 18,831 Meter lang ist; ist der Meissel gefallen, so würde bei einem nicht gebremsten Wirbel das Seil den Viertelkreis zurückbeschreiben, also der Meissel bei jedem Hube um 90 Grad umgesetzt werden, demnach schon bei 4 Hüben eine volle Drehung machen. Um aber ein Bohrloch völlig rund und lothrecht zu bohren, sind 20 bis 30 Hübe für eine Umdrehung des Meissels erforderlich, zu welchem Zweck Kolb folgende Vorrichtung zum Reguliren des Umsetzens anwendet. In Figur 81 stellt a die Hülse dar, in welche der Kopf des Abfallstücks eingefügt und mittelst Keil b befestigt wird. Auf dem Halse c der Hülse steckt ein Kautschukring d und über diesem ein Stahlring e. Auf dem Stahlringe sitzt der Bügel f, in welchen das Seil eingreift und welcher durch die Schraubenmutter g gehalten wird; die letztere ist durch den Stift i fixirt. Sobald der Meissel gefallen ist, prellt der Bügel vermöge seiner Schwere auf den Kautschukring, entfernt sich dadurch einen Augenblick von der Schraubenmutter, da er den Kautschukring comprimirt und dreht sich, so viel ihm dieser Augenblick gestattet, zurück. Der Kautschukring schnellt den Bügel augenblicklich wieder an die Mutter und verhindert so die weitere Drehung desselben. Durch diese Bremsmethode kann jede beliebige Anzahl Hübe auf eine Umdrehung gegeben werden. Wenn der Bügel gar nicht gebremst ist, so dreht sich das Seil mit dem Meissel zu viel; ist er ganz fest gebremst, so dreht sich das Seil gar nicht. Um das Bremsen in beliebigem Grade ausführen zu können, ist zwischen Bügel und Kautschukplatte der Stahlring eingeschaltet; je schwächer derselbe ist, desto weniger ist der Wirbel gebremst und desto weiter setzt der Meissel um und umgekehrt. Zur Controle der Umdrehung macht man beim Einlassen des Meissels ein Zeichen am Wirbel, lässt den Meissel 10 Mal fallen, zieht wieder aus und sieht, welchen Theil des Kreises der Bügel beschrieben hat; ist dieser zu gross, so nimmt man einen stärkeren Stahlring, ist er zu klein, einen schwächeren. Kolb wendet folgende Dimensionen an: Durchmesser des Kautschukringes 188 Millimeter, Höhe desselben 126 Millimeter, Durchmesser des Hülsenhalses 63 Millimeter, Gewicht des ganzen Wirbels 50 Kilogramm, Gewicht des Bügels 15 Kilogramm.

Fig. 81.



166) Berg- u. hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1871. S. 121. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1871. S. 94. — Glückauf. Essen 1871. No. 8. — Dingler polyt. Journal Bd. 198. S. 374.

Eine andere derartige Seilbohrmethode ist von Hattann[167]) beschrieben, bei welcher mit Meisselbohrer, Rutschscheere, Schwengel, Stellschraube mittelst Menschenkraft sowohl, wie mittelst Dampfmaschine gebohrt wird. Das Seil besteht aus 12 bis 17 Meter langen Stücken, welche in der Weise zusammengesetzt werden, dass man die Enden der Seilstücke als Oesen bildet, über die Enden zweier Stücke Stahlschienen legt und diese durch vernietete Bolzen mit dem Seile zusammenhält. Die Seilstücke werden aus zwei Rundseilen, von denen das eine links, das andere rechts gedreht ist, zusammengesetzt, indem beide durch Längen- und Quernähte an einander gefügt werden. Die Methode wird als sehr zweckmässig und vortheilhaft beleuchtet, es ist aber nicht bekannt, ob sie sich bis jetzt bewährt hat.

Der Freifallbohrer von Gaiski zu Corbeil (Seine et Oise)[168]) dient beim Bohren mittelst Seil zum Umsetzen des Meissels. An einem das Bohrloch umgebenden Kranze k, Fig. 82, hängt mittelst zweier Ketten oder Seilen ein Rahmen, welcher in das Bohrloch hineingehängt wird. Durch die Querstangen f und g des Rahmens erhält das Bohrstück b, welches oben mit einem Kopf d versehen ist, seine Führung; an dem oberen Querstück des Rahmens befindet sich ein nach Unten gekehrter Konus c. Durch diesen hindurch geht das eigentliche Bohrseil und trägt am unteren Ende die Zange z, welche den Knopf d beim Anheben erfasst und beim Aufziehen des Seils das Bohrstück in die Höhe hebt; sobald aber die Schenkel o der Zange an den Konus c stossen, öffnet sich die Zange und das Bohrstück mit dem Meissel fällt frei herab. Durch das Umsetzen des Kranzes k wird auch der Rahmen und mit ihm der Meissel beliebig umgesetzt. Zur Vermehrung des Widerstandes des Rahmens wird derselbe mit dem Gewicht q belastet, welches hohl ist, um das Bohrseil auch durch dasselbe hindurch führen zu können.

Der von dem Bergmeister Straka[169]) in Vasas bei Fünfkirchen construirte Freifallapparat zum Seilbohren erinnert an den vorigen; er hat kein Hütchen und kann in Folge dessen bei Trockenbohrungen benutzt werden. In einem Führungsgerippe aus eisernen Längsschienen a, Fig. 83. 84, spielt das Abfallstück b, welches unten den Meissel trägt, oben mit einem abgerundeten Kopfe versehen ist. Der Fangapparat besteht aus einer Scheere c, welche an einer Traverse d leicht drehbar befestigt ist. Der an der Traverse angebrachte Bügel dient zur Aufnahme des Bohrseils. Die vierkantigen Enden der Traverse spielen in diametral gegenüberliegenden, entgegengesetzt schief geneigten und aus Schmiedeeisen hergestellten Coulissen e. Der obere Abschlussring des Gerippes trägt einen conischen Auf-

[167]) Hattann in berg- und hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Jahrg. 1865. S. 204.

[168]) Aus von Rittinger's Ausstellungsbericht in berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1868. S. 365.

[169]) Dingler polyt. Journal Bd. 212. S. 391; Bd. 213. S. 383.

satz m, an dessen innerer Wandung die oberen kurzen Arme der Scheere beim Weiteraufziehen des Seils anlehnen und ein Oeffnen der Scheere be-

Fig. 82.

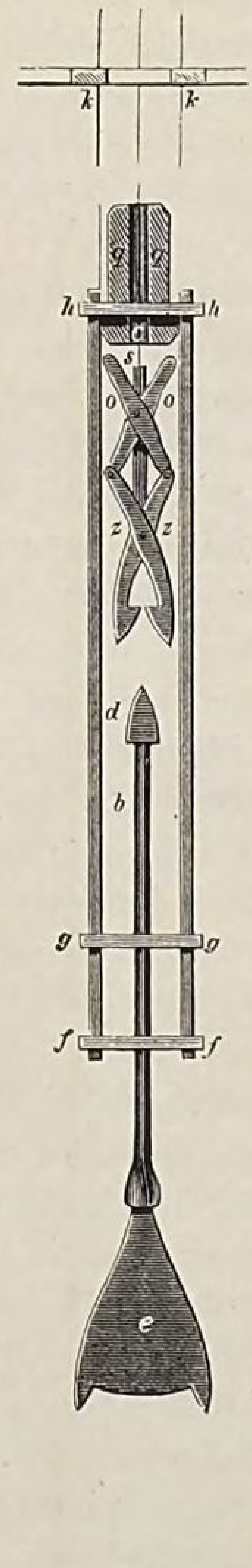
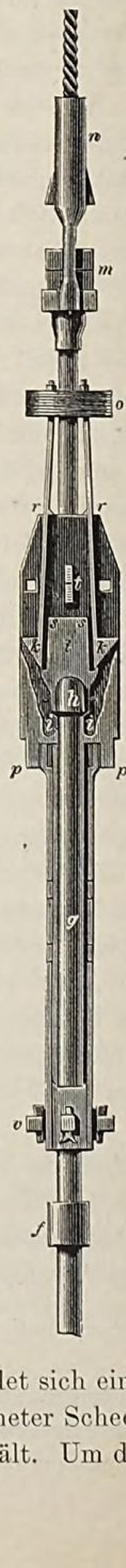


Fig. 85.



wirken. An dem einen Arm der Scheere befindet sich eine um einen Rundstift leicht bewegliche Zunge, welche bei geöffneter Scheere in den zweiten Arm einfällt und den Fangapparat geöffnet erhält. Um den Apparat fixiren

Fig. 83.

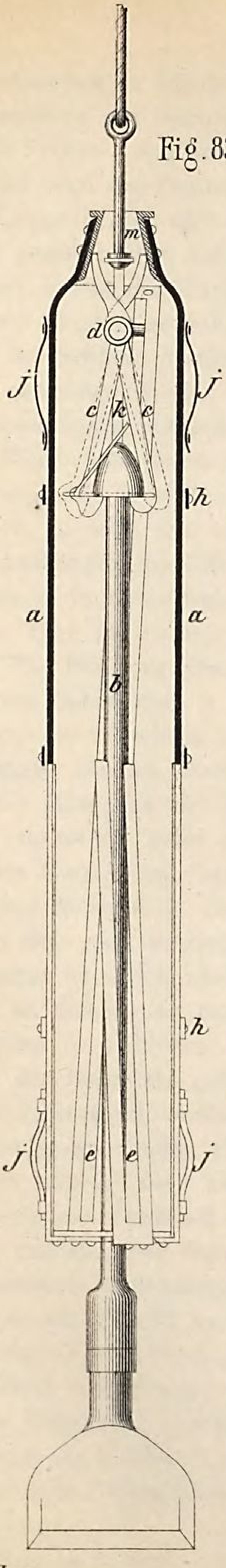
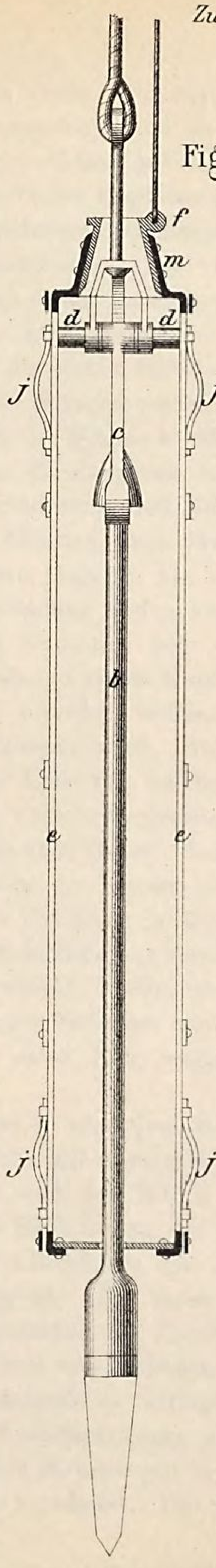


Fig. 84.



und nachsenken zu können, hängt er bei f an einem besonderen Senkseil; zur Absteifung des Gerippes sind der Armirungsring h und zu seiner Leitung die Federn j angebracht. Befindet sich der Meissel auf der Bohrlochssohle und wird der Fangapparat gesenkt, so hebt der Kopf des Abfallstücks b die Klappe k und wird von der durch ihre Schwere zusammenklappenden Scheere gefasst; beim Aufziehen geht der Meissel demnach mit in die Höhe und wird, indem die Traverse d in den schiefen Coulissenschlitzen e gleitet, um einen Winkel gedreht, welchen man je nach Bedürfniss durch die Schiefe der Schlitze bestimmen kann. Sobald die oberen Hebel der Scheere an den conischen Ansatz m gelangen, wird die Scheere geöffnet und lässt den Meissel fallen, während die Scheere durch die Klappe k offen gehalten wird. Wegen des freien Spielraums, welchen die Fangarme bedürfen, ist der Apparat nur in weiten Bohrlöchern von mindestens 400 Millimeter anzuwenden, es fehlt ihm eine ruhige, sichere Führung, auch lässt das einseitige Aufhängen bei f Klemmungen befürchten, dagegen hat er den Vorzug, dass er in wasserfreien Bohrlöchern Anwendung finden kann.

Ein frei fallender Bohrer wird von Sonntag beim Seilbohren benutzt[170]). Bei demselben wird das Greifen des mit einem Kopf h, Fig 85, versehenen Bohrklotzes g durch die Zange ii bewirkt, welche durch die Bewegung des Hütchens o geöffnet und geschlossen wird. An dem Hütchen hängen nämlich durch die Stangen rr die Keile kk, welche beim Aufgange des Hütchens die Scheeren der Zange oben aus einander drücken, so dass sie unten unter den Kopf des Bohrklotzes fassen; beim Niedergange des Zeuges, wo vermöge des Widerstandes des Wassers das Hütchen noch einen Moment in die Höhe geht, lassen die Keile in ihrem Drucke nach, so dass sich die Zange öffnet und der Bohrklotz frei herabfällt. Der Fangapparat ist durch zwei Eisenplatten rp bedeckt, welche oben mittelst Keile t an das untere Ende des oberen Zeuges befestigt sind und sich nach Unten in Schienen verlängern und in einen Ring endigen, durch welchen der Bohrklotz geführt wird.

Das Instrument verlängert sich nach Oben in eine dem Hütchen zur Lehre dienenden runden Stange, Fig. 86, welche mit dem Seil durch den Wirbel m mittelst zwei verkehrter Schrauben und der Tute n verbunden wird, worin das Drahtseil eingelöthet ist. Zur Beförderung der Torsion ist auf dem runden, über dem Meissel befindlichen Bohrklotz eine sogenannte Torsionschraube d angebracht, welche aufgeschraubt oder besser abgedreht ist, wie es aus Fig. 87 hervorgeht. Der Hauptvortheil der Einrichtung besteht darin, dass in Folge der Torsion der Meissel sich freibohrt, d. h. dass das Bohrloch weiter wird, als die Breite des Meissels es bedingt, wodurch man den Uebelstand beseitigt, welchen die Weiterbenutzung eines abgeführten und das Einführen eines frisch geschärften Meissels mit sich bringen, was sonst sehr häufig Klemmungen uud Brüche veranlasst. Die Schraube d

[170]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 5. 48.



Fig. 86.

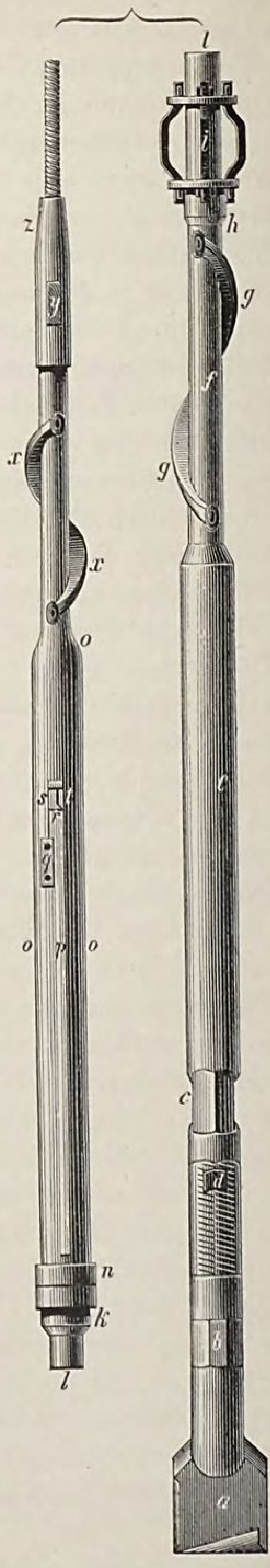


Fig. 87.

ist nach derselben Seite gewunden, wie das Seil gedreht ist. Beim Anhube dreht sich das Seil in Folge der Belastung auf und wird hierin durch die Schraube unterstützt; beim Abfallen des Unterzeuges, wo die Verbindung zwischen Seil und Bohrer aufgehoben ist, bewirkt die Schraube in Folge der vermehrten Geschwindigkeit eine grössere Torsion als vorher und dreht das Instrument nach der entgegengesetzten Seite; der Umsatzwinkel ist gleich der Differenz des Torsionswinkels des Seils, verstärkt durch die Schraube beim Anhube und dem Torsionswinkel der letzteren beim Falle.

Dasselbe Instrument benutzt Sonntag auch ohne den oben beschriebenen Abfallapparat, indem er das Untergestänge oben in einen Quirl s, Fig. 87, endigen lässt, welcher in einer mit Schlitzen p versehenen Hülse o geführt wird und beim Aufholen auf Sitze q, zu denen sich oben die Schlitze erweitern, aufruht. Ueber der Hülse ist eine gleiche Schraube angebracht, wie über dem Meissel. Beim Aufholen dreht die untere Schraube g den Bohrer nach links und verhindert das Abgleiten der Flügel aus den Sitzen; sobald das Zeug niedergeht, wirken die untere und obere Schraube in entgegengesetzter Richtung, wodurch die Flügel des Quirls von den Sitzen gleiten und der Meissel frei herunterfällt, indem die Flügel in den Schlitzen der Hülse geführt werden. Durch diese Einrichtung werden die Nachtheile des Hütchens, sowie der leicht zerbrechlichen Zangen und Schienen vermieden, auch soll sie sich in Bezug auf den Effect des Bohrens bereits vortrefflich bewährt haben[171]). Einen anderen Bohrapparat benutzt Sonntag zum Abbohren grosser Schächte, welcher weiter unten im fünften Abschnitt Erwähnung finden wird.

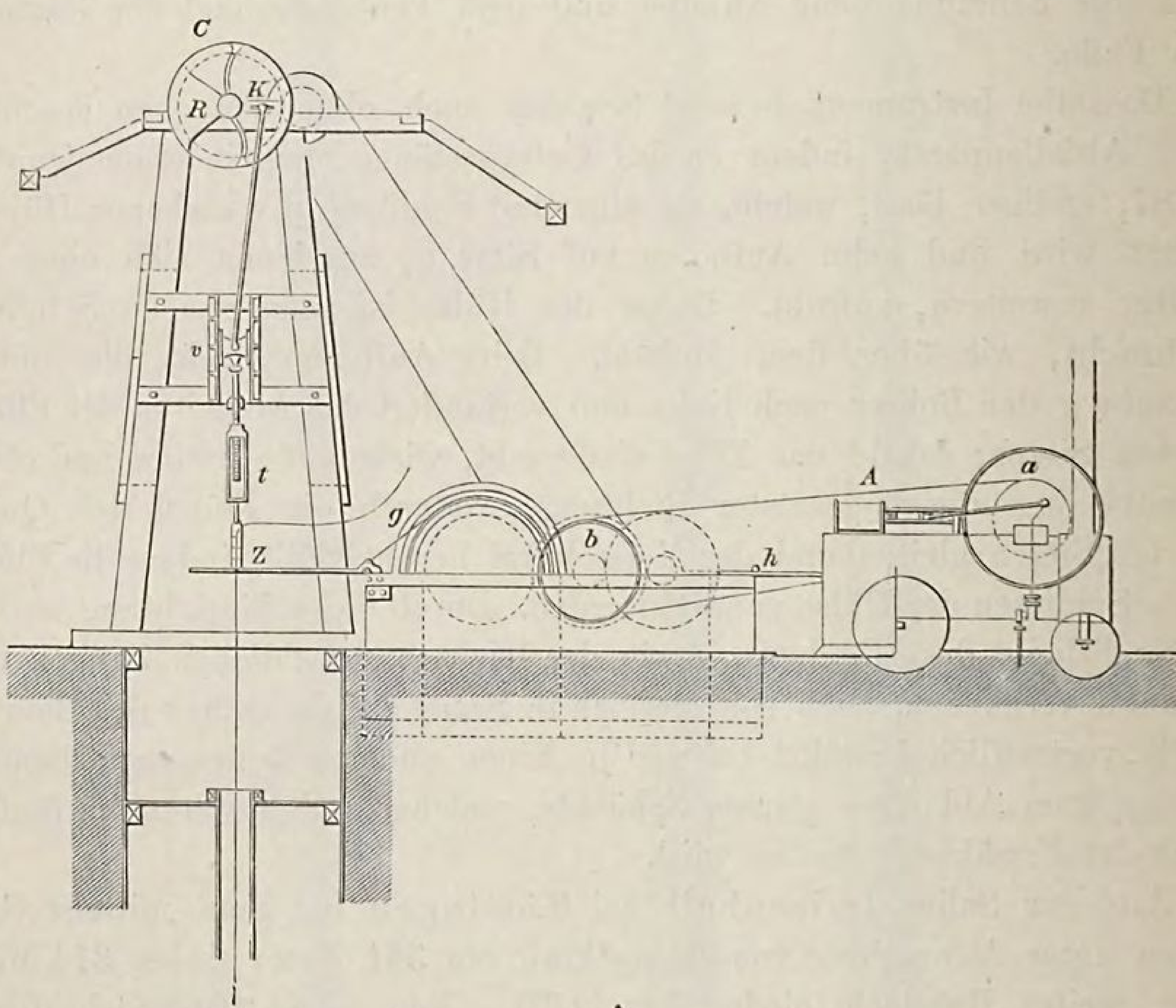
Auf der Saline Luisenhall bei Göttingen hat man mittelst Seilbohren unter Anwendung von Dampfkraft ein 361 Meter tiefes, 314 Millimeter weites Bohrloch niedergebracht[172]). Von einer 10pferdekräftigen Locomobile wird die bewegende Kraft mittelst Riemscheiben auf die Treibvorrichtung übertragen, von welcher sie durch Räderübersetzung auf die Seiltrommel übergeführt wird. Durch Ausrücken eines Getriebes kann man die Seiltrommel oder auch die für das Löffelseil besonders vorhandene Trommel je nach den vorzunehmenden Arbeiten (Einlassen des Bohrapparats, Bohren, Löffeln) mit der bewegenden Kraft in Verbindung bringen. Die Bewegung der Schlagvorrichtung erfolgt gleichfalls durch Treibriemenübertragung. Dieselbe ruht auf einem 6,277 Meter hohen vierbeinigen Gerüst, welches gegen den Bohrthurm abgestrebt ist. Auf der Welle der oberen Riemscheibe sitzt ein Getrieberad, welches in ein Stirnrad der Bohrwelle eingreift; die letztere trägt fast lothrecht über der Mitte des Bohrlochs ein Kurbelrad R, Fig. 88. Der Kurbelzapfen K ist in dem Schlitz des Radarmes verstellbar und wird je nach dem zu gebenden Hube durch

171) Ebenda, S. 169.

172) Ebenda, Jahrg. 1870. S. 33.

Holzkeile fixirt. Der Zapfen wird vom Kopf einer Pleuelstange umfasst, welche mit dem Kreuzkopf v in Verbindung, dem letzteren, sowie der darunter befindlichen Stellschraube t und der Holzkluppe z beim Rotiren des Kurbelrades eine auf- und abgleitende Bewegung mittheilt; von der Holzkluppe aus geht die Bewegung auf den an dem Seile hängenden Bohrer über. Der Bohrer ist ein aus Gussstahl gefertigter Meissel mit Peripherie-

Fig. 88.



schneiden, Fig. 89. Das Blatt ist 26 Millimeter stark, die Schneiden sind 105 Millimeter breit, springen also 39 Millimeter auf jeder Seite über das Blatt vor; der Schaft des Bohrers ist mit einem Konus in die Tute c der Bohrstange b gesteckt und wird durch einen Splint gehalten. Diese Stange ist 6,277 Meter lang und wiegt 350 Kilogr., sie trägt bei d einen Kind'schen Fallschirm, auf welchem ein dicker Kautschukring liegt. Auf dem letzteren ruht die Leitung e; der Kautschukring soll die Stösse aufnehmen, denen die Leitung beständig ausgesetzt ist. Das obere Ende ist cylinderisch abgedreht und passt in die Hülse f, welche mittelst Keil bei g befestigt ist. Ueber der Hülse sitzt der Kautschukring k und darüber der Wirbel w, welcher mittelst der Schraube m leicht gegen den Kautschukring k gepresst wird. Da indess die Pressung unter Umständen geändert werden muss, die Schraube m aber durch einen Splint unveränderlich gestellt ist, so schaltet man zwischen Schraube und Wirbel noch die Stahlplatte s und darunter einen anderen Kautschukring ein. Am Kopf des Wirbels befindet

sich eine konische Durchlochung, in welche das Ende des Bohrseils mit Hartloth oder Zinn eingegossen wird. Das Bohrseil ist von Eisendraht, 28 Millimeter stark, rechts gedreht, aus sechs 7 drähtigen Litzen, also aus 42 Drähten bestehend, welcher jeder 3 Millimeter Durchmesser hat. Nachdem das so armirte Bohrseil mit dem Bohrer von der Trommel mittelst Bremse eingelassen und der Bohrer vor Ort steht, wird die Kurbelwarze auf den tiefsten Stand gebracht, die Holzkluppe an das Drahtseil

Fig. 89.

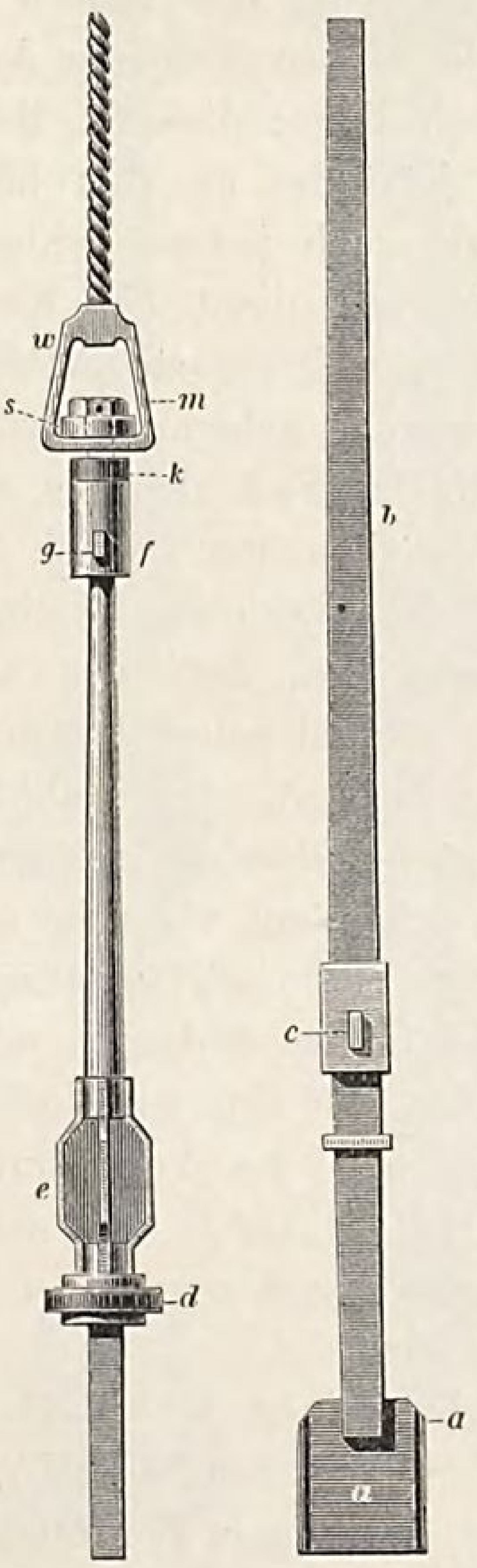
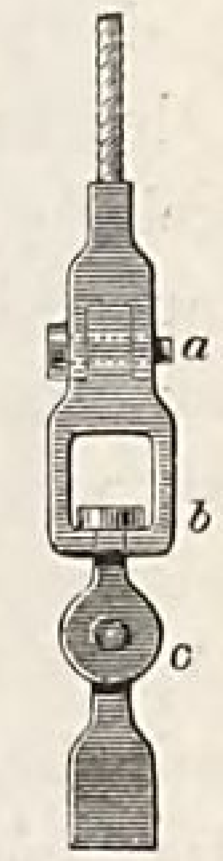


Fig. 90.



gelegt und durch 4 Schraubenbolzen befestigt; das über die Kluppe hinausragende, nach der Seilrolle gehende Seil wird schlaff gezogen und seitwärts im Thurm befestigt. Das Bohrzeug hängt dann also mit dem unter der Kluppe befindlichen Seil in der Schlagvorrichtung und muss dessen Bewegung mitmachen. Nach der so erfolgten Feststellung schraubt man die Stellschraube t noch so weit hinunter, dass man genügendes Hängeseil hat und der Bohrer mit seinem ganzen Gewicht aufschlagen kann. Beim jedesmaligen Aufschlagen des Bohrers hört die durch das Schlaggewicht

erzeugte Spannung im Seile plötzlich auf und die Drähte des gewundenen Bohrseils bekommen vermöge ihrer Elasticität Zeit, in ihre ursprüngliche Lage zurückzuschnellen, welches Streben sich durch eine auf- und zudrehende Bewegung der Drähte im ganzen Seil bemerkbar macht; diese Bewegung bewirkt nach Uebertragung derselben auf den Wirbel ein Umsetzen des Bohrers. In dem Augenblicke, wo nach dem Auftreten des Meissels auf die Bohrlochssohle das Zudrehen des Seils erfolgt, muss der Wirbel, welcher mit dem Seil fest verbunden ist, allein ohne Bohrzeug die Bewegung im Sinne des Seils rechts mitmachen. Wird das Bohrzeug wieder gehoben, so bewirkt die anhängende Last, durch welche die Drähte das Bestreben erhalten, sich gerade zu strecken, ein Aufdrehen des Seils oder eine Bewegung des Seils nach links; dieselbe Bewegung muss der Wirbel mitmachen und mit ihm jetzt das an ihm hängende Bohrzeug. Hiernach setzt sich also der Meissel nach jedem Schlage nach links um. Zur Beschränkung der Umsatzbewegung dient der Kautschukring k als Regulator, indem der auf denselben aufgepresste Wirbel in seiner ihm durch das Seil gegebenen Linksbewegung gehemmt wird, es wird also der Zustand der Spannung, in welchem das Seil sich bis zum Aufsetzen des Meissels befand, nur zum Theil aufgehoben, nur so viel, als es die Pressung des Wirbels zulässt, welche durch die Erfahrung bestimmt werden muss. Um die Bohrlochwände nicht zu zerstören, darf man nicht zu stark umsetzen, auch den Apparat nicht zu schnell gehen lassen: 35 bis 40 Hübe in der Minute sind die äusserste Gränze, die Hubhöhe beträgt dabei 627 Millimeter. Das Löffeln erfolgt bei dem Bohrversuche mittelst eines Seils von 13 Millimeter Stärke, welches auf einer besonderen, durch die Maschine bewegten Trommel aufliegt und nach Beseitigung des Bohrseils und Ausrücken der Bohrseiltrommel in das Bohrloch mit dem Löffel eingelassen wird, welcher sich in nichts von den gewöhnlich gebräuchlichen unterscheidet. Bemerkenswerth ist nur das Verbindungsstück zwischen Löffel und Seil, Fig. 90; dasselbe ist bei a, b und c beweglich und ist sehr zu empfehlen, weil dadurch das sonst gerade an dieser Stelle sehr gefährdete Löffelseil sehr geschont wird.

Der Bergingenieur Kleritj hat einen Freifall-Seilbohrer mit selbstthätiger Vorrichtung zum Umsetzen construirt[173]), welcher lebhaft an den schon im Jahre 1849 vom damaligen Bergreferendar Nitsch in Elmen probeweise angewendeten Apparat erinnert. Das eigentliche Freifallstück ad (Fig. 91, 92 und 94) trägt an seinem unteren Ende die Bohrstange fgh, welche durch die Keile ee' befestigt ist. Die Bohrstange endet in eine Gabel und hat bei gg ein Loch $\alpha\beta$, in welchem der eigentliche Meissel lkl durch Keile gehalten wird. Der Meissel hat einen Quer-

[173]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1871. S. 344. Jahrg. 1872. S. 104. — Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin. Bd. 15. S. 751.

Fig. 91.

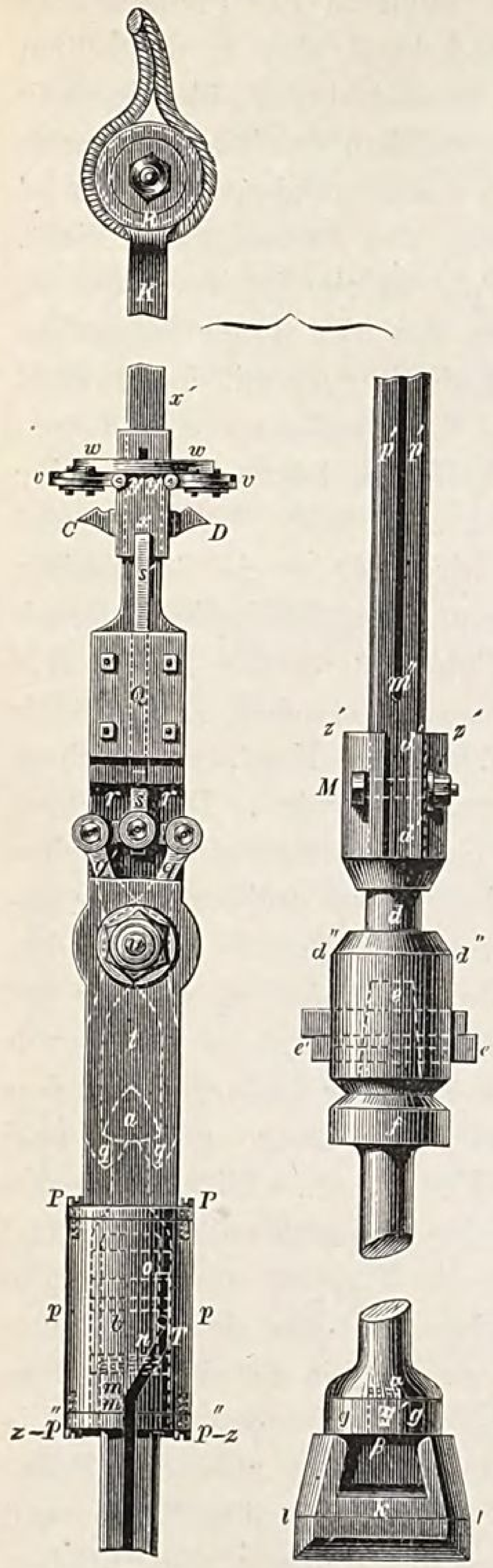


Fig. 92.

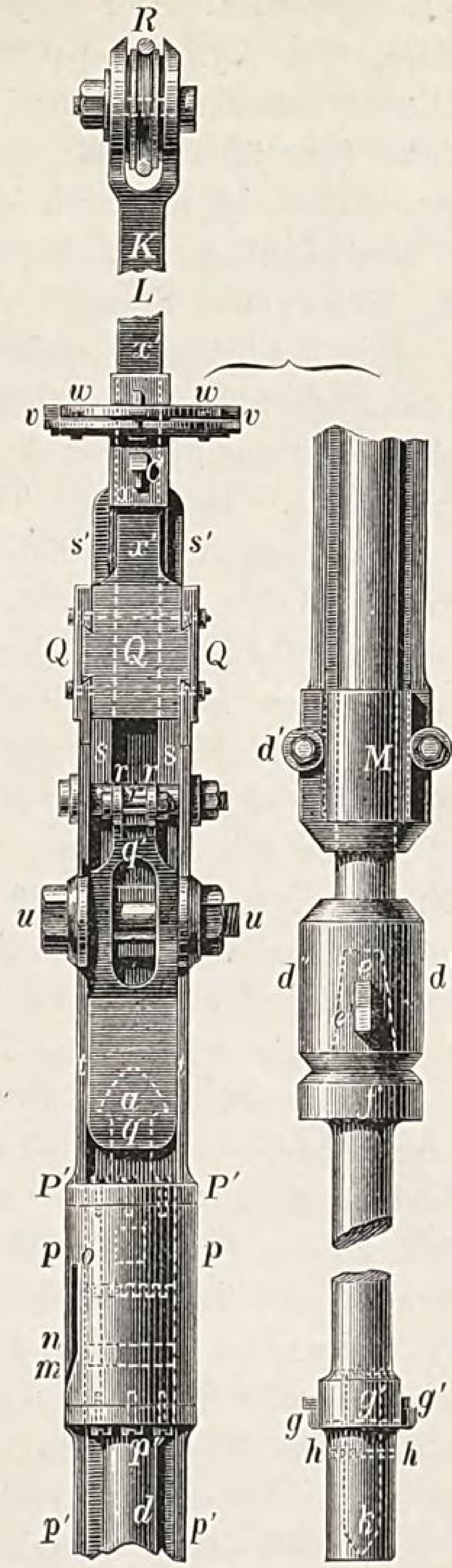


Fig. 93.

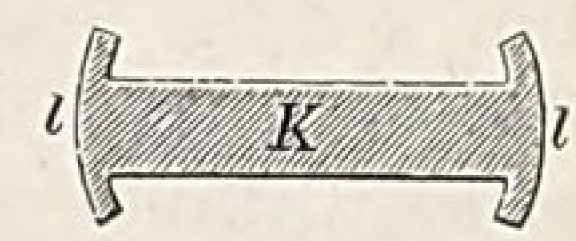


Fig. 94.

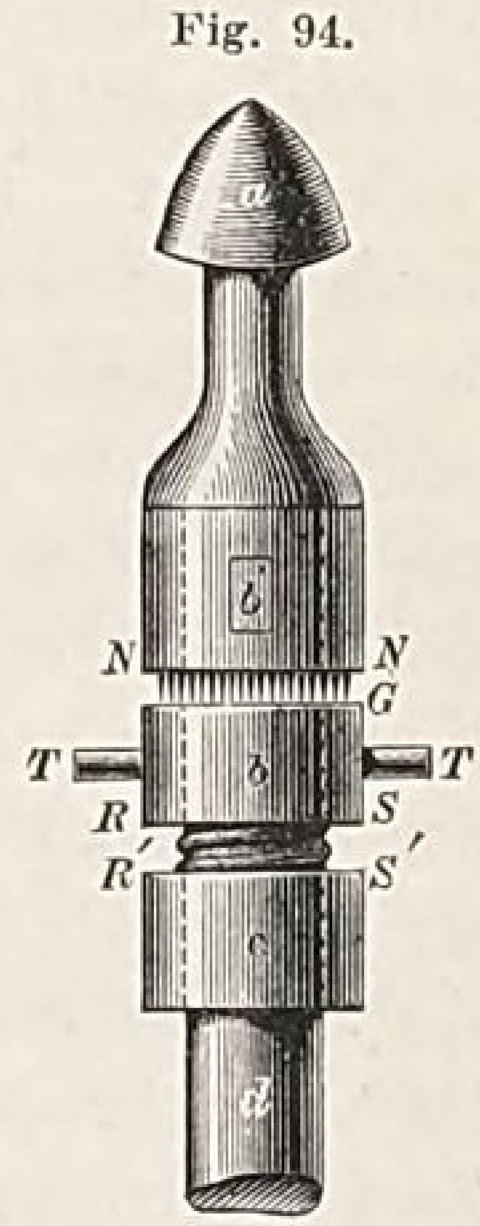


Fig. 95.

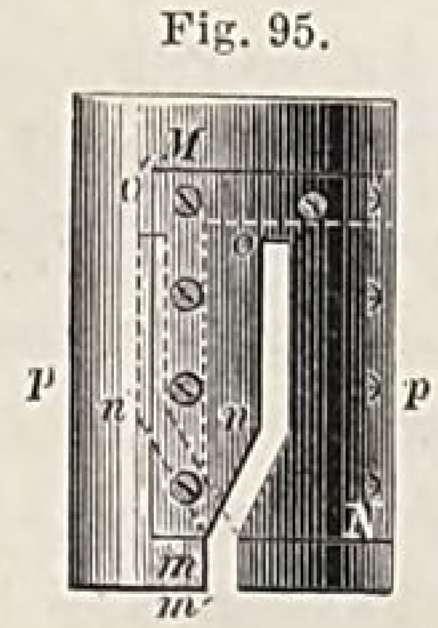
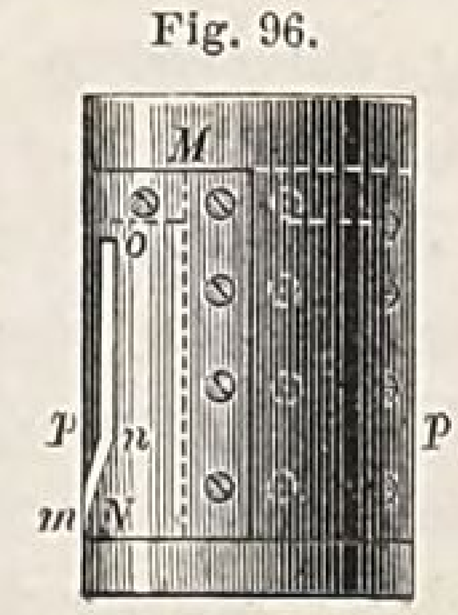


Fig. 96.



schnitt, wie er durch Figur 93 dargestellt ist, besteht aus Gussstahl und kann leicht ausgewechselt werden. Der obere Theil ca des Freifallstücks ad (Fig. 94) geht durch den Cylinder pp und kann sich in demselben drehen. In dem Cylinder befinden sich zwei diametral gegenüberliegende Schlitze onm und o'n'm' (Fig. 95 und 96), in welchen der Theil mn nach der Schraubenlinie geschnitten ist und sich in einen geraden Schlitz mm' verlängert, welcher hauptsächlich als Führung des Freifallstücks dient. Den geraden Schlitz bilden zwei Stangen p'p', welche in ihren oberen Theilen bei p''p'' in einen Halbring übergehen und hier durch Schrauben an den Cylinder pp befestigt sind. Unten sind die Stangen mit der Muffe M verbunden, welche gleichfalls zur Führung des Freifallstücks und zu dessen Auffangung beim Fall dient. Der obere Theil des letzteren hat bei c einen festen, bei b einen losen Ring, welcher zwei Stifte TT trägt und durch eine Feder RS nach Oben angedrückt wird. G ist ein Gummiring, durch welchen in Folge des Drucks der Feder und der durch diesen Druck entstandenen Reibung der lose Ring b ziemlich fest an der Fläche NN haften kann. Das Stück NaN wird mit dem cylinderischen Freifallstück durch den Bolzen b' verbunden; a ist der eigentliche Kopf, an welchem der freifallende Theil durch die Zange q'q gefangen wird. Das Oeffnen und Schliessen der Zange wird durch das Hütchen vvww bewirkt, welches aus dem festen Ringe ww und den um die Achsen yy drehbaren, für gewöhnlich nach Unten hängenden, auf den Sitzen C und D aufliegenden Klappen vv besteht. Dasselbe ist an dem Halse x befestigt, welcher auf der Stange x'x' verschiebbar ist und die Stangen s's trägt, welche durch die Kammer Q hindurchgehen und unten mit dem Kniegelenk rr verbunden sind. Geht das Hütchen nach Oben, so wird die Zange geöffnet und lässt das Freifallstück fallen, geht es nach Unten, so schliesst sich die Zange. Hat man den an der Zange hängenden Apparat aufgezogen und lässt ihn nun wenig sinken, so heben sich die Klappen und das ganze Hütchen schiebt sich als volle Scheibe aufwärts, so dass sich die Zange öffnet und den Apparat fallen lässt, welcher von zz bis z'z' sinkt, so dass der Meissel wirksam wird. Demnächst senkt man den oberen Theil, bis die Zange geöffnet unter dem Knopf a ankommt; zieht man den Fangapparat aber nun wieder aufwärts, so gleitet theils durch den Widerstand des Wassers, theils durch die eigene Schwere des Halses x das Hütchen nach Unten, schliesst die Zange und fängt mit dieser den Freifallapparat, welcher nunmehr aufgezogen wird. In der Anbringung der beweglichen Klappen wird im Vergleich zu dem festen Hütchen der Vortheil gesucht, dass man beim Aufziehen, wobei die Klappen nach Unten umklappen, geringeren Widerstand zu überwinden hat und dass der auf dem Hütchen befindliche Schlamm heruntergewaschen wird. Das Drehen des Meissels nach jedem Schlage wird durch den losen Ring b mit den Stiften TT und den Schraubenschlitz mn bewirkt. Wenn der Fangapparat hinuntergelassen wird, um das Freifallstück zu fangen, drückt die obere Schraubenfläche

auf die Stifte TT, wodurch der Ring nach Unten gedrückt und von der Berührung mit der Fläche NN befreit wird; da der Meissel unten im Gestein festsitzt, muss sich dabei der Ring von rechts nach links drehen, sobald der Stift T die Geradführung mm' passirt hat und durch den Schraubenschlitz in den geraden Schlitz no getreten ist, wobei sich das Freifallstück nicht mitdreht, dessen Kopf a durch die Zange jetzt gefasst wird. Lässt man nach dem Aufzuge das Freifallstück fallen, so bewerkstelligt die Feder wiederum die Verbindung zwischen dem Gummiringe, der Fläche NN und der oberen Fläche des Ringes b und der Stift T fällt auf die untere Schraubenfläche, wodurch ein Druck, nach Oben wirkend, erzeugt wird und eine feste Verbindung zwischen dem Freifallstück und dem losen Ringe b erzielt ist. Wenn nun der Stift aus dem geraden Schlitze no durch den Schraubenschlitz mn wieder in den geraden Schlitz mm' eingetreten ist, muss sich schliesslich der Ring und mit ihm das ganze Freifallstück und der Meissel von links nach rechts drehen, wodurch das selbstthätige Umsetzen des Meissels regelmässig bewirkt wird. Das Maass des Umsetzens ist durch die Abweichung des Schlitzes mm' von dem Schlitze no genau bestimmt. Um aber für verschiedenes Gestein die Grösse des Umsetzens zu reguliren, ist der Cylinder pp so construirt, dass man durch Anschrauben der Platten MN die Abweichung der Schlitze dem Bedürfniss entsprechend regeln kann. Koebrich hat den Apparat bei Bohrversuchen in der Gegend von Stassfurt angewendet und erwähnt des günstigsten Erfolges[174]).

Der von dem verstorbenen Oberbergrath von Sparre zu Dortmund angegebene Freifallapparat[175]) für das Seilbohren macht das Umsetzen des Meissels gleichfalls von der Torsion des Seils unabhängig, wodurch dieser Bohrmethode eine viel grössere Sicherheit, als bisher, verliehen wird. von Sparre benutzt das bekannte und längst bewährte Fabian'sche Abfallstück. Während beim Bohren mit steifem Gestänge die Umsetzung des Meissels nur durch den Krückelführer über Tage bewirkt werden kann, indem derselbe im Moment des Hubwechsels das Gestänge so viel weiter nach vorwärts dreht, dass der Meissel vertical über der Stelle steht, wo er niederfallen soll, und gleichzeitig durch einen kräftigen Ruck rückwärts die im Momente des Hubwechsels nur lose auf den Vorsprüngen der Abfallbüchse aufsitzenden Keile des Unterstücks abwirft, werden hier diese Operationen selbstthätig durch mechanische Vorrichtungen bewirkt. Der

[174]) Berg- u. hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1872. S. 104.

[175]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 21B. S. 191. — Berggeist. Köln 1872. S. 527. Jahrg. 1873. S. 579. — Glückauf. Essen 1873. No. 12. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1873. S. 128. 375. — Rochelt: Freifall-Seilbohrer auf der Wiener Weltausstellung in berg- u. hüttenm. Jahrb. der Bergakademien zu Leoben, Przibram u. Schemnitz. Wien 1874. S. 214. — Dasselbe in Dingler polyt. Journal Bd. 212. S. 285. — Amtlicher Bericht über die Wiener Weltausstellung von der deutschen Centralcommission. Bd. 1. S. 33.

Fig. 97.

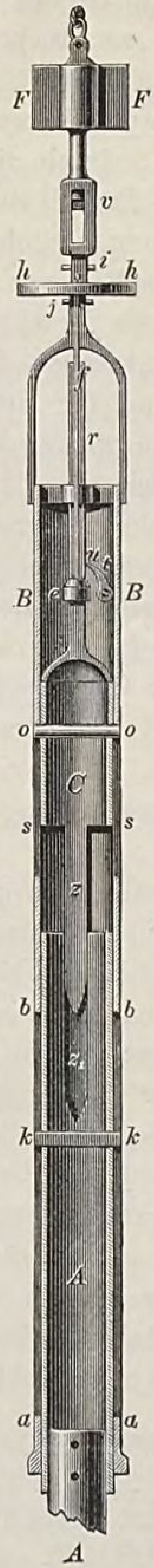


Fig. 98.

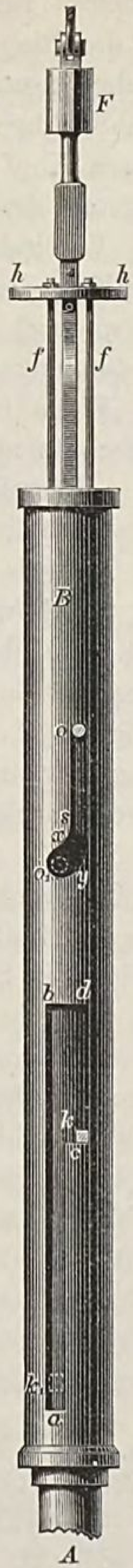
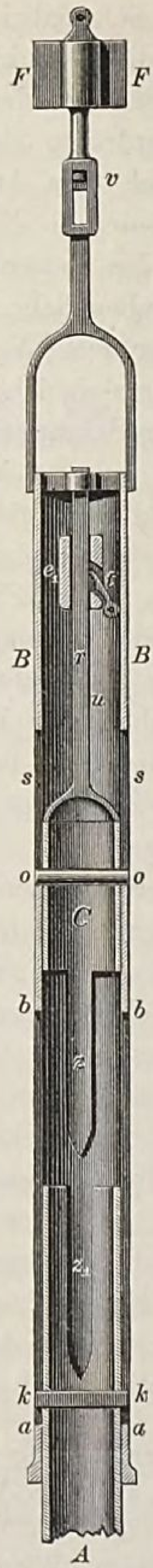


Fig. 99.



Apparat besteht aus dem cylinderischen Abfallstück A (Fig. 97, 98, 99), an welchem die Bohrstange befestigt ist und welches den Keil k trägt, der in Schlitzen ab der Büchse B spielt. Der obere Theil der Schlitze

ist von c nach d erweitert, bei c befindet sich der Sitz für den Keil k. Das Oberstück B ist mittelst eines gabelförmigen Bügels mit dem Seilwirbel v verbunden, unterhalb des letzteren spielt ein Hütchen h, durch die Stifte i und j in seinem Hube begränzt. Innerhalb der Büchse B befindet sich der sog. Gewichtscylinder C, mit dem Bolzen o versehen, welcher in den Schlitzen s der Büchse B spielt; am oberen Ende des Cylinders C ist eine Rundstange r befestigt, welche bei u mit einer Einkerbung versehen ist, in welche die Sperrklinke t einfallen kann. Unmittelbar unter der Sperrklinke wird die Stange r von einer verschiebbaren Muffe e umfasst, welche mittelst zweier Zugstängelchen f mit dem Hütchen h in Verbindung steht. Am unteren Rande des Cylinders C sind zwei lanzettförmige, langgestreckte Zähne z angebracht, welche in entsprechende Vertiefungen z_1 des Abfallstücks A greifen. Das Spiel ist folgendes. Wird angenommen, dass der Fangkeil k beim Anhub des Bohrers auf seinen Sitzen c aufruht, wie in Fig. 97, 98, so wird derselbe in dieser Lage fixirt erhalten, indem bei höchster Stellung des Gewichtscylinders C die Sperrklinke t in die Einkerbung der Stange r einfällt; bei diesem Stande befindet sich der Bolzen o im obersten Schlitzende s gegen jede seitliche Drehung gesichert und da die Zähne z in die Vertiefungen z_1 des Abfallstücks A eingreifen, kann dieses sich gleichfalls nicht drehen, so dass der Keil k unverrückbar auf den Sitzen c verbleibt. Bei höchster Hubstellung im Momente des Hubwechsels wird das bis dahin von der Wassersäule nach abwärts gedrückte Hütchen h aufwärts bewegt, in Folge dessen die Muffe e gehoben, die Sperrklinke t ausgelöst und der Gewichtscylinder C fällt mit vollem Gewicht abwärts, indem der Bolzen o in dem Schlitz s herabgleitet, wobei er in die curvenartige Begränzung y gelangt und bis zu seinem tiefsten Stande o herabrutscht, womit gleichzeitig eine drehende Bewegung des Cylinders C verbunden ist. Diese Bewegung wird mittelst der Zähne z auf das Abfallstück A übertragen, in Folge dessen der Keil k von seinen Sitzen gehoben wird und den Schlitz ab hinabgleitet, so dass der Bohrer in freiem Fall auf die Bohrlochssohle gelangt, worauf der Keil die punktirte Lage k, Fig. 98, einnimmt. Da bei diesem Abfall das ganze Gewicht des Bohrapparats auf dem Wirbel o lastet, ist die Reibung daselbst so gross, dass eine Reaktionswirkung, welche sich beim Ausrücken des Abfallstücks geltend macht, auf das Bohrseil nicht fühlbar wird; um dieser Wirkung aber noch direkt zu begegnen, ist über dem Wirbel noch das Flügelkreuz F angebracht, welches im Wasser des Bohrlochs gegen Drehung grösseren Widerstand findet. Nach erfolgtem Abfall befinden sich die Theile in der Fig. 99 dargestellten Stellung. Indem das Oberstück B allmälig nachgesenkt wird, greifen die Zähne z in die Vertiefungen z_1, während der Bolzen o und der Fangkeil k sich wieder genau vertical übereinander befinden. Der Cylinder C setzt sich mit seinem unteren Rande auf den unteren Rand des Abfallstücks A, wobei der Schlitz s längs des in seiner tiefsten Lage o, fixirten Bolzen o nach

abwärts verschoben wird und sich die curvenartige Begränzung x gegen den Bolzen o, lehnt, wodurch eine theilweise oder gänzliche Entlastung des Wirbels v und daher eine Drehung des Oberstücks B stattfindet. Die Drehung dauert so lange bis der gerade Theil des Schlitzes s über dem Bolzen o zu stehen kommt; im Momente der Drehung befindet sich der Keil k bereits in der Erweiterung cd des Schlitzes ab und wird ihm durch die Drehung der Sitz c untergeschoben. Beim ferneren Niedergange des Oberstücks gelangen die Schlitze so tief, dass der Fangkeil k bei d und der Bolzen o, im Schlitz s bei o steht, bei welcher Stellung der Cylinder C durch Einfallen der Sperrklinke t in den Einschnitt u wieder abgefangen wird. Beim Anheben setzt sich der Keil k auf den Sitz c, und es beginnt das Spiel von Neuem. Bei tiefster Hubstellung erfolgt also immer eine Drehung des Oberstücks, wodurch das Fangen des Abfallstücks und das Umsetzen des Bohrers bewerkstelligt wird, während im höchsten Hube im Momente des Hubwechsels durch Freiwerden des Gewichtscylinders eine Drehung des Abfallstücks und in Folge dessen das Abwerfen des Fangkeils und mit diesem des Untergestänges sammt Bohrer erfolgt. Statt des Hütchens h und der Muffe e bringt von Sparre auch den sog. Frosch an: statt der Muffe e befindet sich an der Rundstange r der Holzcylinder e, Fig. 99, welcher mit Eisenringen armirt und dadurch nur um ein Geringes über das Wassergewicht beschwert ist; er besitzt nur einen geringen Spielraum und ist so construirt, dass er im höchsten Stande den Sperrhebel t auslöst und im tiefsten Stande gegen die Stange fest andrückt. In Folge des geringen specifischen Gewichts des Holzcylinders wirkt der Aufwärtsbewegung desselben nur eine sehr geringe Schwerkraft verzögernd entgegen und wird diese noch fortsetzen, während der specifisch schwerere Bohrapparat bei höchstem Hubstande zur Ruhe, beziehungsweise in entgegengesetzte Bewegung nach abwärts gelangt ist; hierdurch wird, wie früher durch das Hütchen, der Gewichtscylinder C ausgelöst und in Folge dessen der Fangkeil k abgeworfen. Der Frosch empfiehlt sich vor dem Hütchen, weil er in dem Bohrcylinder B eingeschlossen und deshalb vor jedem das Spiel störenden Nachfall geschützt ist, was bei dem Hütchen nicht der Fall ist. Das sichere Functioniren des Frosches setzt indess ein lebhaftes Spiel des Bohrers und eine plötzliche Unterbrechung der Bewegung beim jedesmaligen Hubwechsel voraus. Deshalb schlägt von Sparre vor, das Bohrseil direkt mit dem Kolben der Maschine in Bewegung zu bringen und zur Begränzung des Hubes Prellklötze anzubringen, während bei Benutzung der Krummzapfenbewegung zum Auf- und Niedergange des Seils der Frosch nicht anzuwenden ist. Die grossen Vortheile dieser Einrichtung gegen das Bohren mit steifem Gestänge, so wie durch die selbstthätige Umsetzung des Bohrers und den Schutz der mechanischen Theile vor den Wirkungen des Nachfalls sind einleuchtend und steht zu erwarten, dass sich dieser Apparat bei grösseren Tiefbohrungen aufs Beste bewähren wird,

wie er auch schon in einem Bohrloche bei Sterkrade erprobt worden ist[176]).

Auf ähnlichem Princip beruht der zum Seilbohren benutzte Freifallapparat von Fauck[177]). Derselbe benutzt das Kleçka'sche Abfallstück, bei welchem bekanntlich, umgekehrt wie bei dem von Fabian, die geschlitzte Büchse mit dem Unterzeuge verbunden ist, während das Quirlstück, an dessen Keil die Büchse in ihren Schlitzen herabgleitet, mit dem Oberzeuge zusammenhängt. Die Einrichtung, wie sie Fauck beim Bohren mit dem Bandseil anwendet, geht aus Fig. 100. 101 hervor. Die geschlitzte Büchse A, an welcher die Bohrstange befestigt ist, umfasst das cylinderische Oberstück B, welches oben mit dem Seilwirbel in Verbindung steht und am unteren Ende den Fangkeil k trägt. An diesem Keil spielt die Büchse A in ihren Schlitzen ab, welche unten gebrochen und theilweise erweitert sind; diese Schlitzerweiterung ist ebenso wie der Fangkeil nach oben und unten mit schrägen Flächen begränzt. An dem Oberstücke spielt, im Hube auf- und abwärts durch Stifte gehemmt, das Hütchen h, an welchem die sog. Schlussbolzen y angebracht sind. Diese Bolzen erhalten in einem, am Oberstücke angeschmiedeten Bunde c eine verticale Führung in einer solchen Stellung, dass die unten abgeschrägten Enden der Verschlussbolzen mit entsprechenden Vertiefungen x am oberen Rande des Abfallstücks A correspondiren, sobald der Keil k in den untersten gebrochenen Schlitztheil a eintritt. Greifen die Bolzen y in die Vertiefungen x ein, so ist eine Drehung des Abfallstücks am Oberstücke nicht möglich, wodurch die Fixirung des Fangkeils während des Anhubes bewerkstelligt wird. Steht der Bohrer auf der Bohrlochssohle, der Fangkeil also in der punktirten Stellung bei k, so gelangt beim Niedersenken des Oberstücks der Keil in den gebrochenen Schlitztheil a, wobei das Oberstück sich dreht, welche Drehung durch die eintretende Entlastung beim Seilwirbel erleichtert wird. Beim Anheben des Oberstücks legt sich der Fangkeil mit seiner oberen schrägen Begränzungsfläche an die nach abwärts gekehrte schräge Ebene der Schlitzerweiterung und wird beim Anhube in dieser Stellung erhalten, indem das Hütchen h im Moment des Anhubes sich nach abwärts bewegt und die Verschlussbolzen y in die Vertiefungen x eingreifen, somit ein Ausweichen des Fangkeils nicht möglich ist. Beim Hubwechsel im höchsten Hube wird im Moment des Niederganges das Hütchen h gehoben, die Bolzen y werden frei und in Folge dessen gleitet das Abfallstück sammt Bohrstange mit den Schlitzen ab längs des Keils k abwärts. Um die dabei sich einstellende Reaktionswirkung auf das Seil so viel als möglich zu beheben,

[176]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 23B. S. 118.

[177]) Rochelt in berg- u. hüttenm. Jahrbuch der Bergakademien Leoben, Przibram u. Schemnitz. 1874. S. 222. — Dasselbe in Dingler polyt. Journal Bd. 212. S. 291. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1873. S. 155.

ist der Schwercylinder C angebracht, wodurch die Reibung beim Abwerfen des Fangkeils vermehrt, daher eine Drehung desselben erschwert wird.

Einen selbstwirkenden Freifallapparat für das Seilbohren hat der Be-

Fig. 101.

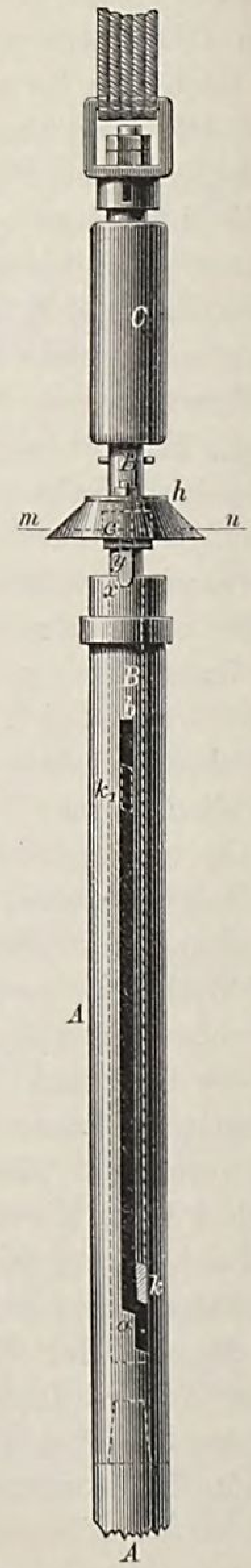


Fig. 100.



Schnitt m. n.

triebsführer der Steinkohlengrube Rheinpreussen Hochstrate angegeben, welcher sich vollkommen bewährt und durchaus regelmässig umgesetzt haben soll[178]). Auch hier ist das Fabian'sche Abfallstück benutzt. In

[178]) Wagner in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 21 B. S. 133.

Fig. 102.

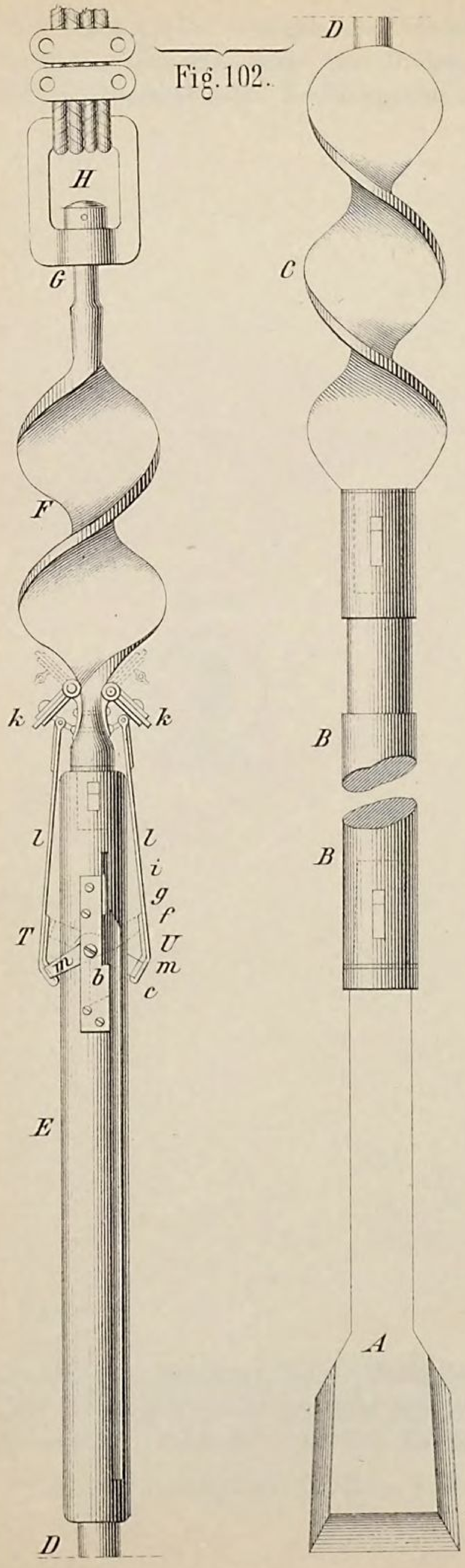


Fig. 103.

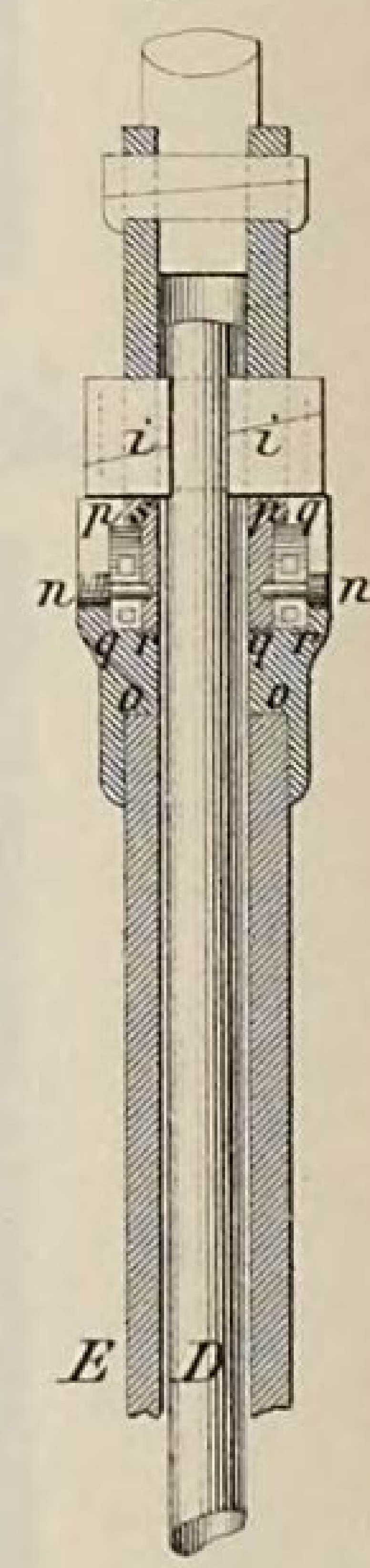
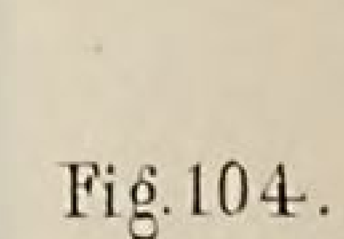


Fig. 104.



Schnitt T U

Fig. 102. 103. 104 ist E die Büchse mit den Schlitzen abcdefgh, ferner D die Abfallstange mit dem stählernen Keil i; die Stange D steht durch die Schnecke C mit der Bohrstange B und dem Meissel A in Verbindung, während die Büchse E durch die Schnecke F, der rund abgedrehten Stange G und dem Wirbel H mit dem Bohrseil verbunden ist. Die Schnecke F ist von links nach rechts, die Schnecke C mit derselben Steigung von rechts nach links gedreht. Nahe über der Büchse unter der Schnecke F sind zwei Klappen k angebracht, aus Sohlleder und Eisenblech bestehend, welche sich in Charnieren drehen und durch zwei Riemen l mit den Hebeln m verbunden sind; die letzteren sind zwischen der Büchse E und dem daran geschraubten Stahlstück o angebracht, ihre Drehachse n ruht einerseits in der Büchse, andrerseits in dem Stahlstück o. An ihren Drehpunkten sind sie um so viel excentrisch, dass sie, an einem Ende in die punktirte Stellung gehoben, am anderen soweit in den Schlitz hineinreichen, wie die Breite b c des rechtwinkeligen Vorsprungs beträgt. Da dieser Vorsprung der Abnutzung ausgesetzt ist, wird er durch das Stahlstück o gebildet, welcher leicht auszuwechseln ist. Nach den Figuren befindet sich der Meissel vor Ort und der Stahlkeil i über dem Vorsprung b c des Schlitzes. Wird das Bohrseil gehoben, so setzt der Keil auf b c auf und der ganze Apparat hebt sich; dabei dreht die Schnecke F die Büchse nach rechts, die Schnecke C den Keil nach links, so dass der letztere auf seinem Sitz durchaus festgehalten wird, während der Meissel sich nicht dreht, da die Wirkungen beider Schnecken auf Drehung sich aufheben. Sobald der Bohrmeissel etwas weniger, wie die Länge des Schlitzes c d gehoben ist, tritt der Hubwechsel ein: die Schnecke F dreht die Büchse nach links, die Schnecke C den Keil nach rechts und die Klappen k mit den Hebeln m stellen sich in die punktirte Stellung; hierdurch wird der Keil i von seinem Sitz abgehoben und das Schlaggewicht mit dem Meissel fällt vor Ort. Hierbei wird die Drehung durch die Schnecke C fortgesetzt und der Meissel so viel umgedreht, als die Breite d e des Schlitzes beträgt. Beim weiteren Niedergehen des Seils gleitet der Schlitz der Büchse an dem Keil abwärts, die noch in der punktirten Lage stehenden Hebel m gehen an ihm vorüber und der Keil tritt in die lothrechte Stellung über den Vorsprung b c. Wird nun das Bohrseil von Neuem gehoben, so sinken die Klappen k und die Hebel m in ihre abwärts gekehrte Stellung und das Spiel beginnt von Neuem. Die Schlitze der Büchse lassen sich durch Anschrauben von Stahlschienen enger und weiter stellen, mithin auch die Zahl der Meisselschläge auf eine Umdrehung, der Festigkeit des Gesteins entsprechend, beliebig verändern. Als Seil muss ein Bandseil angewendet werden, damit die Torsionskraft des runden Seils nicht wirksam werde, was auch bei den vorher erörterten Apparaten nothwendig ist.

Vom Bohrmeister Rungius ist ein Apparat zum Selbstumsetzen des Abfallstücks beim Seilbohren angegeben und von Rohland in Gebrauch genommen, welcher vorzügliche Dienste leisten und sehr schnellen Fortgang

der Arbeit gestatten soll. Eine nähere Beschreibung des Apparats ist nicht mitgetheilt[179]).

Ein neuer Seilbohrapparat ist von Sisperle angegeben und zur Anwendung gelangt[180]). Die Bewegung wird dem Seile durch den Bohrschwengel gegeben, an dessen Kopf die Schraube 1. (Fig. 105), wie die Stellschraube am festen Gestänge, angebracht ist, welche durch die Kurbel 3 gedreht wird; an dem Schraubenbügel 2 wird das Bohrseil B so eingeklemmt, dass das untere Ende des Seils straff gespannt herabhängt, das obere lose zur Seiltrommel geführt wird, um nach Bedürfniss nachgelassen zu werden. Das Seil trägt an seinem unteren Ende den Bügel 4 (Fig. 106), welcher seinerseits auf der 4 Meter langen Bohrstange 5 aufsitzt; an der Bohrstange befindet sich das Führungsstück z, eine aus vier Blechflügeln bestehende und durch einen Ring versteifte Leitung, welche zugleich mittelst des auf das Wasser ausgeübten Gegendrucks dem Aufwicklungsbestreben des Seils entgegenwirkt. Als Seil werden für geringere Tiefen Hanfseile, für grössere Eisen- oder Stahldrahtseile verwendet, welche möglichst dünn genommen werden können. An die Bohrstange schliesst sich der eigentliche Bohrapparat an, welcher aus der Freifallschere 6, dem Bohrstück 7 und dem Bohrmeissel 8 besteht (Fig. 107. 108. 109. 110). Der letztere ist ein gewöhnlicher Meisselbohrer mit Ohrenschneiden. Die Bohrstange ist mittelst Schraubenverbindung mit der Freifallschere verbunden. Die letztere besteht aus den Schienen a a, welche sich oben zu der Schraubenspindel vereinigen; hier ist bei d eine Führung für den Kataraktkolben ausgebohrt, in welche zur Regulirung der Hubhöhe des Oelkataraktes b eine inwendige Schraube hineinragt. Der Kolben desselben saugt durch das Stellschräubchen f gewöhnliches, reines Oel an und drückt es wieder heraus; mit der Kolbenstange ist das Gleitstück g verbunden, welches auf den Schienen a a aufliegend die Bewegung des Kataraktkolbens mitmachen muss; dasselbe trägt an seinem unteren Ende den Bügel i, in welchem eine Schraube k angebracht ist, welche zwischen den beiden ungleicharmigen Hebeln l l frei auf- und abgehen kann. Die Hebel werden an ihrem oberen Ende durch die Bandfedern m auseinander gehalten, so dass die unteren, kürzeren Arme bestrebt sind, an einander zu drücken; damit die Hebel in ihrer Lage erhalten bleiben und nicht umkippen, ist die Lasche n angebracht. Die Hebel enden unten in nasenförmigen Sitzen, welche das Abfallstück bei dem kegelförmigen Kopf s fassen, doch kann der letztere auch zwischen die Hebel hindurch höher hinauf bis zur Schraube k aufsteigen. Am unteren Ende verbinden sich

179) Der Berggeist. Köln 1875. S. 5. 177. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1875. S. 32. 229. — Glückauf. Essen 1875. No. 35.

180) Oesterr. berg- u. hüttenm. Zeitung. Wien 1876. S. 180. 226. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1876. S. 397. — Strippelmann a. a. O. S. 48.

Fig. 105.

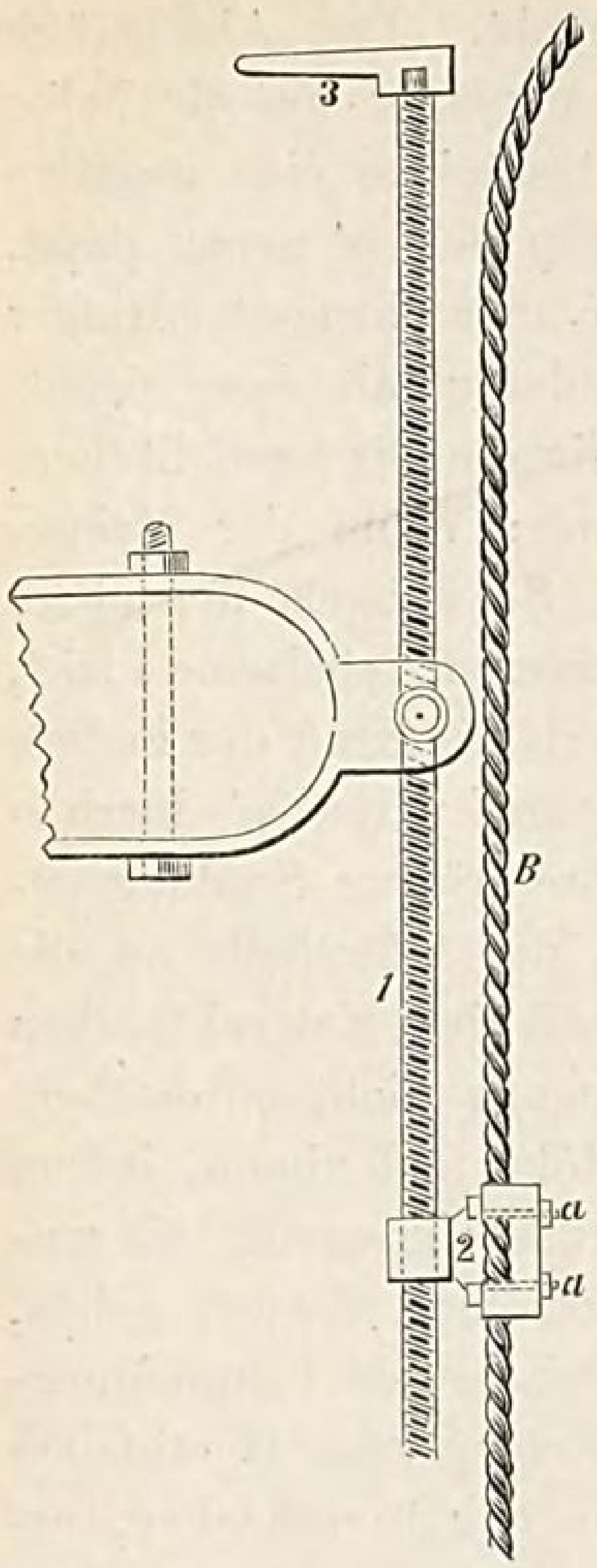


Fig. 106.

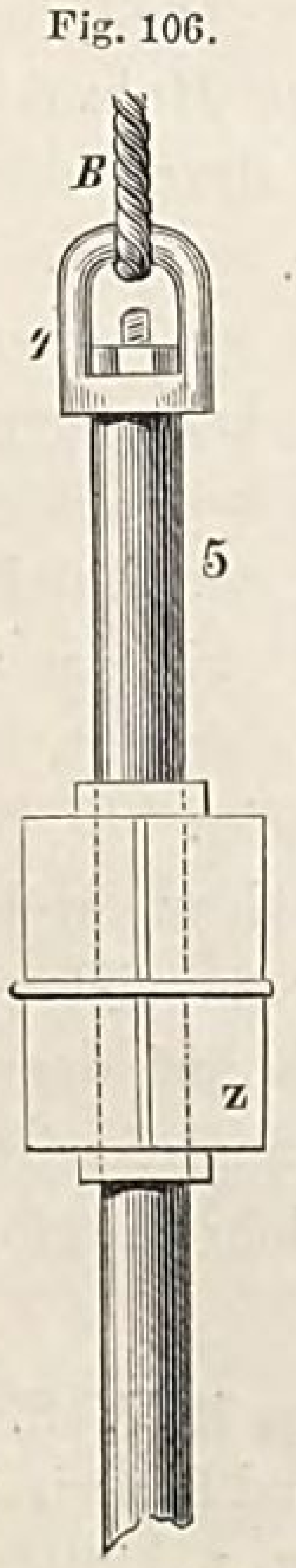


Fig. 107. 108.

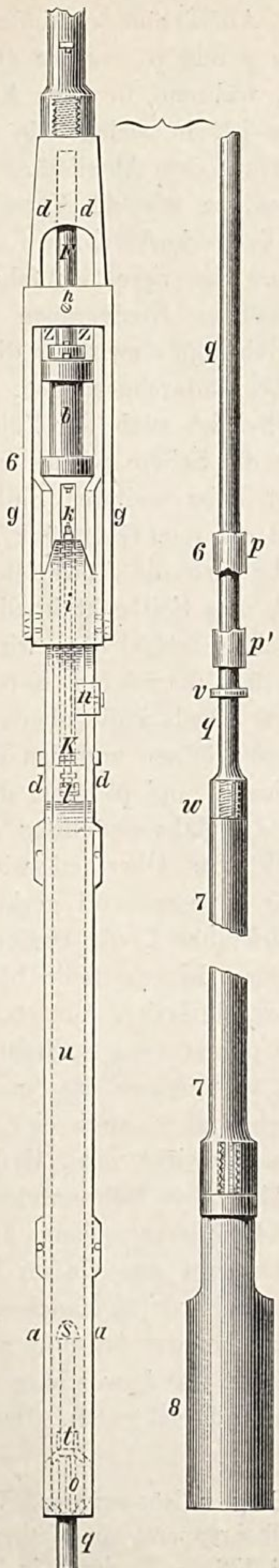
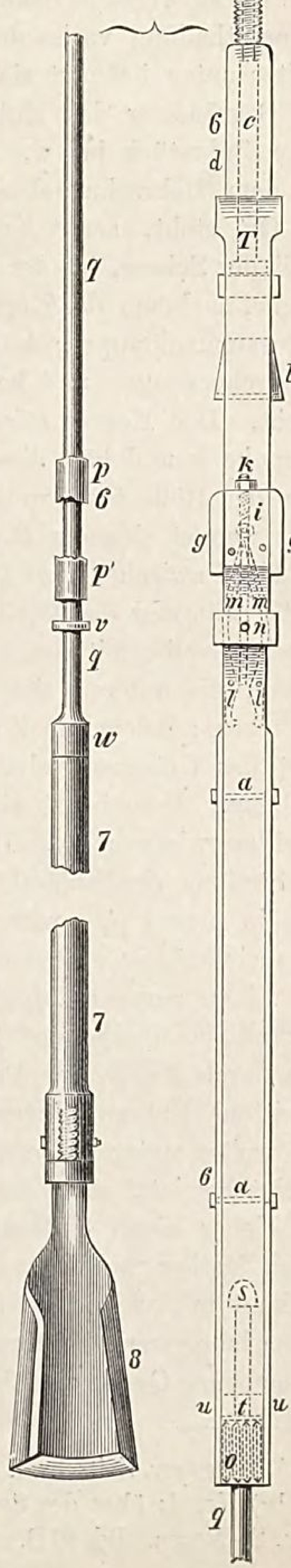


Fig. 109. 110.



die Schienen aa zu dem Einsatzstück o, durch welches das durch das Führungsstück t geleitete Abfallstück q hindurchgeht. Das Abfallstück besitzt zwei Reihen Zähne p und p', welche gegeneinander um die halbe Zahnstärke verstellt sind, während in dem Ansatzstück o eine negative Zahneintheilung vorhanden ist, in welche die von p und p' genau passt. Weiter unten befindet sich auf dem Abfallstück ein angeschweisster Ring v zur Begränzung des Hubes, so wie die Verschraubung mit dem eigentlichen Bohrstück bei w. Die Deckschienen uu schliessen die Freifallschere vor dem Bohrschmand ab. Das Spiel ist folgendes: Wenn der Meissel vor Ort steht, senkt sich beim Niedergange des Schwengels der obere Theil der Schere, bis der Bohrkopf s zwischen die unteren Hebelarme l tritt, welche, nachdem der Kopf s hindurchgegangen, durch die Kraft der Federn m zusammenklappen; hierbei ist auch der Zahnpparat p und p' durch o hindurchgegangen und hat die Schere wieder in ihre frühere Stellung gebracht. Der Kopf s stösst beim weiteren Sinken des Obertheils an die Schraube k und hält diese mit dem Gleitstück g und dem Kataraktkolben b in der Höhe fest, welche also die Abwärtsbewegung nicht mitmachen. Jetzt wendet sich der Hub, das Seil geht in die Höhe und nimmt, indem der Kopf zwischen den Hebeln festgehalten wird, das Unterzeug mit aufwärts, während das Gleitstück g und der Kataraktkolben abwärts gehen, wobei derselbe mittelst des Bügels i die oberen Hebelsarme l zusammendrückt, die unteren sich also öffnen und das Unterzeug zum Herabfallen frei macht; indem die Zähne p und p' dabei durch o hindurchgehen, erfährt das Unterzeug eine der Zahnverstellung in p und p' entsprechende Drehung. Demnächst sinkt das Obertheil wieder nach, um das vorige Spiel zu wiederholen. Die grössere und geringere Hubzahl wird durch die Stellung der Kataraktschraube f, die Drehung durch die Zahneintheilung in p und p', wofür man Reservetheile hält, regulirt. Der Apparat hat gleichmässig und mit regelmässiger Umsetzung gearbeitet.

Einen anderen Abfallapparat zum Seilbohren hat neuerdings Benda zu Przibram angegeben[181]), in welchem das Fangen des Unterzeuges gleichfalls durch Hebel, das Drehen aber durch eine in der Abfallstange eingeschnittene Nut mit Sperrrad bewirkt wird, ähnlich wie das Umsetzen bei den weiter unten zu erwähnenden Bohrmaschinen erfolgt. Der Apparat scheint bis jetzt nicht zur Benutzung gelangt zu sein.

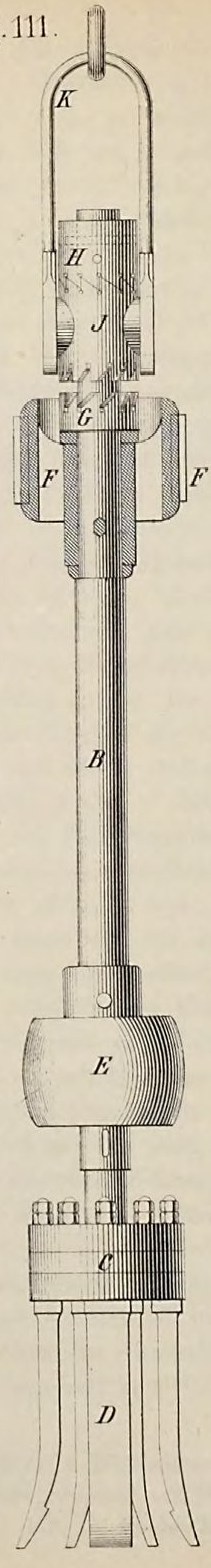
Ueber einen Seilbohrapparat von Colin Mather, welcher von der Firma Mather und Platt zu Salford bei Manchester zu vielen Bohrungen in England mit vielem Erfolge benutzt ist und auch auf dem anhaltischen Steinsalzbergwerk bei Stassfurt zur Anwendung gelangte, wird in der unten angegebenen Quelle ausführlich berichtet[182]). Das Bohren erfolgt durch eine

[181]) Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen. Wien 1877. S. 235.

[182]) Kegel: über den Seilbohrapparat von Mather und Platt in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 21 B. S. 178. — Koebrich in berg- u. hüttenm. Zeitung von

Fig. 111.

Zu Seite 177.



Serlo, Bergbau.

Dampfmaschine mittelst Bandseil, an welchem unten eine Kette hängt. In den Schlussring der Kette greift der Bohrapparat. Derselbe besteht aus der runden schmiedeeisernen Stange B, Fig. 111, an welcher ein cylinderischer Kopf C aus Gusseisen befestigt ist. Dieser ist mit einer Anzahl viereckiger Löcher versehen, in welche die Schneiden oder Meissel D mit ihren verjüngt zulaufenden Hälsen so eingelassen sind, dass sie zwar bei der Arbeit ganz feststecken, aber behufs Reparatur leicht herausgenommen werden können. Das Gussstück E, oberhalb C, dient zur Geradführung der Bohrstange; zu diesem Zweck ist noch höher ein zweites Führungsstück F angebracht, an dessen Aussenseite sich gusseiserne Platten mit Rippen befinden, welche nur nach einer Richtung laufen und eine Neigung besitzen, wie die Windung einer Schraube von sehr hohem Gange, so dass sie die Drehung der Bohrstange bei jedem Hube unterstützen. Am oberen Theile der Bohrstange B sind zwei gusseiserne Kragenstücke G und H fest aufgekeilt, etwa 0,314 Meter von einander entfernt. Die obere Fläche des unteren Kragenstücks und die untere Fläche des oberen sind mit 52 Millimeter tiefen sägenförmigen Einschnitten versehen und zwar so, dass die Winkelpunkte oben und unten genau übereinanderstehen. Zwischen beiden Kragenstücken bewegt sich eine Muffe I frei auf und nieder, welche oben und unten mit gleichen Einschnitten versehen ist; dieselben sind aber so gestellt, dass die senkrechten Schnitte eines jeden Zahns oben und unten um eine halbe Zahnbreite verstellt sind, also der senkrechte Schnitt eines oberen Zahns sich über der Mitte eines schrägen Schnitts der unteren Fläche befindet. Mit dieser Muffe steht der eiserne Bügel K in Verbindung, welcher an das Seil, beziehungsweise an dessen Schlusskette angeschlossen wird. Wenn das Bohrzeug fällt und aufschlägt, wird die Muffe I, welche während des Aufgangs an das obere Kragenstück H angeschlossen war, sich von diesem lösen und auf das Kragenstück G herabfallen, wobei sie vermöge der Stellung der Zähne um eine halbe Zahnbreite sich dreht; eine weitere Drehung um eine halbe Zahnbreite erfolgt, wenn die oberen Zähne der Muffe in die des Bundes H eingreifen. Auf diese Weise wird das Bandseil um die Breite eines Zahnes nach rückwärts aufgedreht, während der Hebung des Bohrzeuges aber diese Drehung wieder aufgehoben, indem sich der Bohrer bei jedem Schlage um den gleichen Winkel vorwärts dreht; die Grösse dieser Drehung hängt von der grösseren oder geringeren Breite der Zähne ab. Diese durchaus selbstthätige Umsetzung ist regelmässig und genau und bringt in der Stellung der Schneiden einen steten Wechsel hervor, wodurch der Effekt wesentlich erhöht wird. — Gegen die allgemeine Anwendbarkeit dieses Bohrverfahrens tritt der Bohringenieur Noth in Boryslaw (Galizien) auf[183]), indem

Kerl u. Wimmer. Leipzig 1874. S. 318. — Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins für Kärnthen. Klagenfurt 1875. S. 286. — André: a practical treatise on coal Mining. London 1875. Vol. 1. p. 117.

[183]) Noth: in berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1876. S. 261.

er demselben vorwirft, dass die Bohreinrichtungen über Tage mangelhaft seien und unnöthige Arbeitskräfte erfordern, dass die Bohrinstrumente complicirt und die Anordnung der Meissel im Bohrkopfe unvortheilhaft seien, dass überhaupt von diesem Verfahren nur ein beschränkter Gebrauch gemacht werden kann.

Eine eigenthümliche Anwendung findet das Seilbohren bei der Erbohrung der zahlreichen Petroleumquellen in Nordamerika, worüber von den Technikern, welche dieses Land bei Gelegenheit der Ausstellung in Philadelphia besucht haben, schätzenswerthe Mittheilungen gemacht werden[184]). Es soll hier der ausführlichen Beschreibung des Oberbergrath Althans gefolgt werden. Die Einrichtungen sind sehr einfach und bei den nach vielen Tausenden zählenden Bohrlöchern ganz gleichförmig. In dem vierseitig pyramidalen, aus Bohlen hergestellten, 18,8 bis 22,5 Meter hohen Bohrthurme ohne Bohrschacht befindet sich eine liegende Dampfmaschine von 0,209 Meter Cylinderdurchmesser und 0,314 Meter Hub mit Coulissensteuerung zum Reversiren, welche 120 Umdrehungen in der Minute macht und 12 Pferde stark ist; durch Riemscheibenbetrieb wird die Kraft mittelst einer Pleuelstange auf den Schwengel übertragen. Derselbe ist 7,532 Meter lang, der Last- und Kraftarm sind gleich, am vorderen Kopfe trägt der Schwengel einen Haken, in welchen der Klemmapparat für das Bohrseil eingehängt wird. Von der Riemscheibe, welche die Pleuelstange des Bohrschwengels bewegt, führt ein dünnes endloses Seil zur Löffelseilwelle, welche dadurch also von der Dampfmaschine aus in Bewegung gesetzt wird und durch schnelle Beseitigung des Seils leicht ausser Thätigkeit gebracht werden kann. An den Haken des Bohrschwengels wird die in Fig. 112 dargestellte Verlängerungsschraube mit dem Klemmapparat für das Bohrseil eingehängt, welcher zum Festhalten, so wie zur stetigen Verlängerung des Seils dient. Dasselbe ist 46 Millimeter stark aus Manillahanf gefertigt, Drahtseile werden nicht verwendet. Das untere Seilende wird mit der in Fig. 113 abgebildeten Hülse versehen, in welche eine Rutschschere, Fig. 114, eingeschraubt wird; an diese schliesst sich die Bohrstange, Fig. 115, und der Bohrmeissel, Fig. 116, an. Die Bohrstange ist 6,277 bis 8,788 Meter lang, 52 bis 91 Millimeter stark und kann durch Ergänzungsstücke verlängert und beschwert werden, so dass das ganze Effektstück 14 Meter lang wird und einschl. des Bohrmeissels 16 bis 20 Centner wiegt. In diesem bedeutendem Fallgewicht liegt ein Grund zu den überraschenden Leistungen, welche mit dieser Bohrmethode erzielt werden. Der bei dem Seilbohren

[184]) Althans: das Seilbohren in Nordamerika in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 25B. S. 29. — Mosler: die Bergwerks- u. Hüttenindustrie in Nordamerika. Ebenda. Bd. 24B. S. 300. — Prof. H. Hoefer: die Petroleumindustrie Nordamerika's. Wien 1877. — Kerl u. Wimmer berg- u. hüttenm. Zeitung. Leipzig 1877. S. 311. — Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen. Wien 1878. S. 53.

in Deutschland zur Erreichung eines regelmässigen Umsetzens des Meissels angewendete Wirbel findet sich nicht bei dem amerikanischen Verfahren, weshalb das Entstehen von Füchsen vor Ort des Bohrlochs nicht zu vermeiden ist; deshalb wird nach jeder mit dem Meisselbohrer gebohrten Hitze mit der Büchse nachgebohrt, um das Loch rund zu erhalten. Als Apparat hierzu dient entweder die volle Rundbüchse oder eine halbkreisförmige oder eine flache Büchse. Die Fangwerkzeuge (Glocke, Fangschere, Fallfangschere, Geisfuss, Seilfänger) haben keine besonders abweichende Gestalt. Beim Bohren werden Röhren (gezogene schmiedeeiserne) mit Schraubenverbindung nachgeführt; wenn obere wasserführende Schichten abgesperrt werden müssen, beginnt man mit einem Durchmesser des Loches von 0,209 Meter und erhält dann das Rohr an seinem unteren Ende eine besondere Wasserabdichtung mit Lederstulp, welche das Einführen des Rohrs nicht hindert, aber durch den Wasserdruck, nachdem der Bohrlochsdurchmesser verringert ist, das untere Rohrende also auf einen Absatz aufruht, an die Bohrlochswand angepresst wird; demnächst wird der Bohrlochsdurchmesser auf 0,157 Meter und, wenn nöthig, auf 0,105 Meter verringert. Zur Bedienung des Apparates sind nur 2 Mann erforderlich, welche mit bewundernswerther Geschicklichkeit und Schnelligkeit die Arbeit verrichten; bei einem 300 Meter tiefen Bohrloche währte das Aufholen des Bohrzeuges oder des Löffels 1 Minute, das Einhängen etwa $1/_2$ Minute. Man kann annehmen, dass binnen 24 Stunden 13 Meter Bohrlochstiefe abgebohrt werden, und dass ein Bohrloch von 500 Meter Tiefe in 24 bis 36 Tagen hergestellt wird. Ein Bohrloch von 500 Meter Tiefe, unten 10 Centimeter weit, soll ca. 21000 Mark gekostet haben. — Diese Bohrmethode hat sich auch bei einem Bohrversuche zu Domnitz im Saalkreise[185])

Fig. 112.

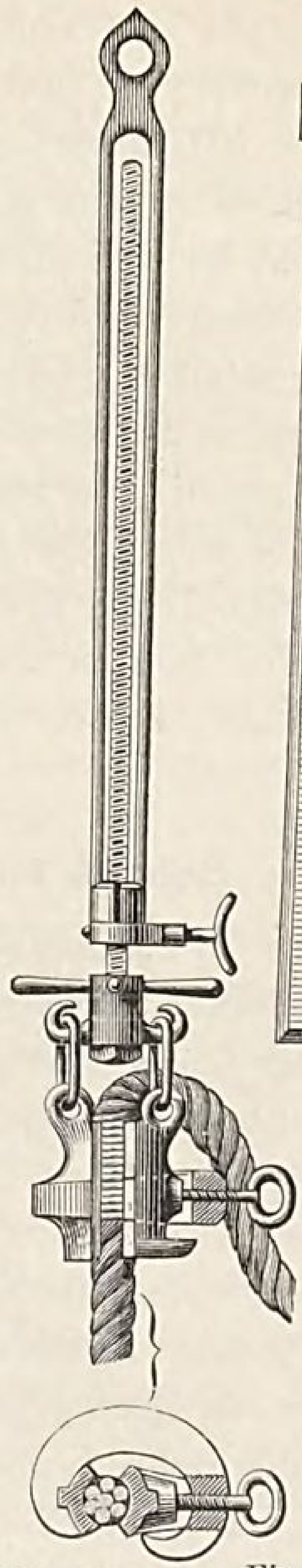


Fig. 116.

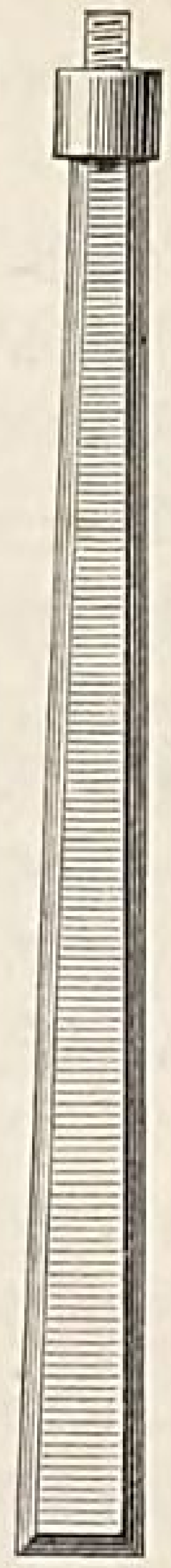


Fig. 115.

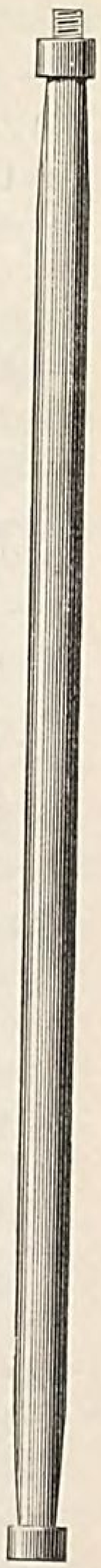
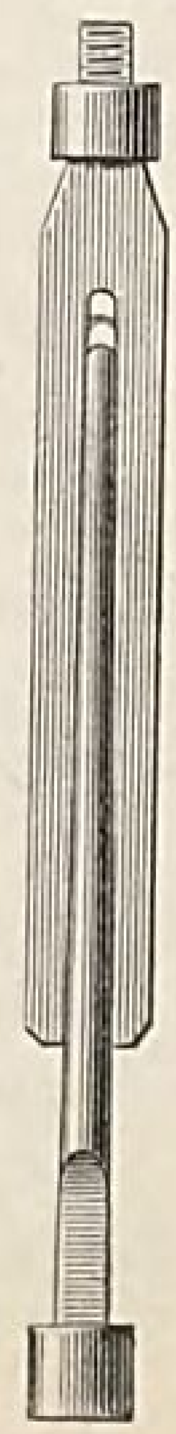


Fig. 113.



Fig. 114.



[185]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 27B. S. 283.

bei wechselnden Gesteinsverhältnissen gut bewährt, obwohl auf der einen Seite milde starken Nachfall liefernde Schichten, auf der anderen Seite feste Quarzsandsteine und Conglomerate den raschen Fortschritt hinderten. Man bohrte mit ursprünglichem Durchmesser von 33 cm in 500 Tagen 666,75 m, also in einem Tage 1,19 m wobei das Meter 51 Mark kostete. Das Bohrloch hat bei dieser Bohrmethode eine Tiefe von 712 m bei einem Durchmesser von 145 mm erreicht. Das Umsetzen des Bohrers erfolgte durchaus regelmässig. Um das Bohrloch rund zu erhalten, liess man die Spatenbohrer nicht unmittelbar über der Schneide sich verjüngen, sondern auf 52 mm nach oben rechtwinkelig gegen die Schneide in Kreisform abschneiden, wodurch die Zuführungsbacken ersetzt wurden und man eine zu rasche Abnutzung der Ecken der Bohrschneide und dadurch eine Verringerung der Bohrlochsweite vermied. Das Bohrloch ist zur Erzielung von Bohrkernen später mittelst Diamantbohrverfahren fortgesetzt worden.

Bohren mit continuirlichem Wasserstrom.

1. Das System von Fauvelle[186]), welches sich im Jahre 1846 in der französischen Akademie der Wissenschaften der Lobeserhebungen des Herrn Arago zu erfreuen hatte, beruht wesentlich darauf, dass das Gestänge aus hohlen Röhren zusammengesetzt ist, unten den eigentlichen Bohrer trägt und über Tage mit einer Druckpumpe in Verbindung steht; durch diese wird Wasser in die Gestängeröhre hineingepumpt, welches das auf der Bohrlochssohle erzeugte Bohrmehl ausserhalb der Gestängeröhre in die Höhe treibt. Hierdurch hat man den Vortheil, nicht löffeln zu brauchen und immer eine gereinigte Bohrlochssohle zu behalten, so dass also die Wirkung des Bohrers nie gehindert wird, und in der That hat Fauvelle in Perpignan innerhalb 23 Tagen einschliesslich aller Nebenarbeiten 170 Meter abgebohrt. Indess erleidet die Anwendung dieses Systems grosse Einschränkungen, wenn man Schichten mit aufsteigendem Wasserstrom durchsunken hat, wo es leicht kommen kann, dass das eingepumpte Wasser zwar den Bohrschmand hebt, aber nicht zu Tage bringt, so dass sich der Bohrapparat vollständig einklemmen kann. Fauvelle hat sein System sowohl stossend, wie drehend benutzt, im letzteren Falle ist das von van Eicken zu Mühlheim angegebene und oben S. 113 beim Löffeln beschriebene identisch mit dem von Fauvelle.

2. Die dänische, von einer Aalborger Bohrgesellschaft angewendete Bohrmethode[187]) gleicht dem System Fauvelle fast vollständig. In sandigen

[186]) Dégoussée a. a. O. S. 156. — Strippelmann a. a. O. S. 23.

[187]) Amtlicher Bericht der deutschen Commission für die Wiener Weltausstellung. Braunschweig 1874. Bd. 1. S. 34. — Dingler polyt. Journal Bd. 218. S. 460. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1876. S. 66. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure Bd. 20. S. 298. — Strippelmann a. a. O. S. 26. 68. 86. Zweite Auflage. Leipzig 1881.

und thonigen Schichten dient das Wasser sogar als bohrendes Agens, indem der Druck desselben so stark ist, dass es die anstehenden Massen aufwühlt und neben der Gestängeröhre in die Höhe führt; nur bisweilen schraubt man an das Hohlgestänge einen Schnecken- oder Schappenbohrer, wenn es nothwendig ist, die Schichten vor Ort aufzulockern, oder wenn man wünscht Bohrproben zu nehmen, in welchem letzteren Falle der Wasserstrom unterbrochen wird. Das Gestänge besteht aus dünnen eisernen Gasröhren von 20 bis 26 Millimeter lichter Weite und wird über Tage mittelst eines Schlauches mit der Druckpumpe verbunden. Um die Bohrlochswände vor dem aufströmenden Wasserstrome zu schützen, müssen eiserne Röhren nachgeführt werden, welche man etwa 52 Millimeter weit nimmt. Da der zur Pumpe führende Schlauch das volle Umdrehen des Hohlgestänges hindert, so kann nur immer ein Hin- und Herdrehen desselben stattfinden. Zur Untersuchung auf geringe Tiefen des Gebirges, wo es darauf ankommt, schnell zu constatiren, ob in den oberen Gebirgsgliedern nutzbare Mineralien z. B. Braunkohlen vorhanden sind, dürfte das Verfahren sehr zu empfehlen sein; wo es aber darauf ankommt, die Beschaffenheit der durchsunkenen losen Massen genau festzustellen, dürfte der Schlamm, welcher von dem Wasser in die Höhe geführt wird, nicht ausreichen, wenigstens müssten noch besondere Vorkehrungen getroffen werden, um jede Veränderung des Gebirges vor Ort feststellen zu können.

Die Aalborger Bohrgesellschaft hat aber das Verfahren auch beim Niedergehen in festere, mergelige und kalkige Schichten, wie es scheint, mit Vortheil benutzt und behauptet sogar, jedes Gestein, auch den festesten Granit durchbohren zu können. Unmittelbar bei Aalborg ist binnen 62 Tagen ein Bohrloch von 52 Millimeter Weite im Geschiebethon, Kreide mit Lagern von Feuerstein, Kalkstein, Grünsandstein ca. 380 Meter tief niedergebracht. Hier setzt man das Hohlgestänge, in welches der Wasserstrom eingeführt wird, in eine schnell rotirende Bewegung, wodurch das eigentliche Bohrinstrument an den Wänden und vor Ort des Bohrlochs reibt und das Gebirge zermalmt, dessen Bruchstücke von dem Wasserstrom in die Höhe geführt werden. Hier ist also das Wasser nicht das Agens, sondern dient nur Reinigung des Lochs; es sollte durch die auf der Wiener Weltausstellung vorgeführten Proben bewiesen werden, dass man auch im Stande ist, Kerne zu bohren und dadurch die Beschaffenheit des Gebirges zu constatiren.

Ein Nachtheil der Bohrmethode ist der enge Durchmesser des Loches, welcher es unmöglich macht, sobald die Bekleidungsröhren festsitzen und nicht weiter zu bringen sind, das Loch überhaupt noch zu vertiefen, da mit einem engeren Verkleidungsrohr nicht hineinzukommen ist. Man kann aber ohne Weiteres nicht mit grösserem Durchmesser des Verkleidungsrohres vorgehen, da der in dem engen Arbeitsrohr niedersinkende Wasserstrom in dem weiten Ringe zwischen Arbeits- und Verkleidungsrohr beim Aufsteigen so sehr an Geschwindigkeit verlieren würde, dass er nicht zu

Tage kommen könnte. Um dieses Hinderniss zu beseitigen, hat man in der Rheinprovinz das Arbeitsrohr mit Holzlutten umkleidet und dadurch den Ringquerschnitt verengert; sobald das erste Verkleidungsrohr nicht mehr tiefer zu bringen ist, kann man dann ein engeres einführen und die Holzbekleidung des Arbeitsrohrs dünner machen und allmälig ganz beseitigen.

Ueberraschende Leistungen hat der Ingenieur Przibilla bei Bohrlöchern erzielt, welche er in der Gegend von Bardenberg im Wurmrevier nach dieser Methode niederbrachte, indem er 140,3 Meter in 6 Schichten zu 12 Stunden, ein anderes Bohrloch 164 Meter tief in 12 zwölfstündigen Schichten abbohrte, wobei der Meter 50 Mark kostete[188]).

Bei einem in der Nähe von Dahme in der Niederlausitz vom preussischen Bergfiscus niedergebrachten Bohrloche hat man die Methode bereits in grösserem Massstabe zur Anwendung gebracht. Das äussere Bekleidungsrohr, aus geschweissten Blechröhren bestehend, hatte eine lichte Weite von 160 Millimeter und eine Wandstärke von 8 Millimeter, jedes einzelne Rohr war 2,5 Meter lang, die einzelnen Rohre wurden aufeinandergeschraubt. Das innere Arbeitsrohr, in gleicher Weise zusammengesetzt, war im Lichten 94 Millimeter weit, hatte gleichfalls 8 Millimeter Wandstärke und war unten mit einer Bohrschappe armirt. Das Wasser wurde anfänglich nur durch natürlichen Druck eingeführt, indem es aus einem 10 Meter hohen Reservoir in das Loch eintrat, erst später hat man dazu eine durch eine Locomobile in Bewegung gesetzte Druckpumpe benutzt, durch welche das Wasser mit 3 Atmosphären starkem Ueberdruck eingepresst wurde. Abweichend von dem früheren Verfahren führte man das Wasser in die Ringfläche zwischen Verkleidungs- und Arbeitsrohr ein, so dass es in dem engeren Arbeitsrohr aufsteigen musste; nur in Fällen, wo man in thonigen Schichten bohrte, wo sich vor Ort grössere Wülste bildeten, konnte der Wasserstrom diese nicht durch das enge Rohr treiben, weshalb man in solchen Fällen die Richtung des Wasserstroms umkehrte und denselben in das enge Arbeitsrohr eintreten und in der Ringfläche aufsteigen liess. Die innere Röhre war zum vollen Umsetzen eingerichtet, da der Wasserzuführungsschlauch mittelst Stopfbüchse mit der Röhre verbunden war. In solcher Weise gelangte man bis zur Tiefe von 140,40 Meter, wo es nicht mehr möglich war, das äussere Verkleidungsrohr durch Schrauben und Pressen tiefer zu bringen, wenn man nicht Gefahr laufen wollte, das Rohr zusammenzudrücken. Man wählte deshalb ein engeres Verkleidungsrohr von 140 Millimeter äusserem und 124 Millimeter lichtem Durchmesser und das Arbeitsrohr von 90 Millimeter äusserem und 74 Millimeter innerem Durchmesser, mit welchem man bei gleichem Verfahren, wie es vorstehend beschrieben, bis zur Tiefe von 188,74 Meter gelangte. Nach Erreichung dieser Tiefe

[188]) Wagner in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 24B. S. 1. — Der Berggeist. Köln 1876. S. 245. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1876. S. 256.

hörte man auf, ein äusseres Verkleidungsrohr nachzuführen und ging allein mit dem Arbeitsrohr vorwärts, welches nun aber nicht mehr drehend, sondern stossend arbeitet, indem es an einem Bohrhebel befestigt wird, welcher von 12 Mann bewegt wird. Das Wasser wird in das Innere des Rohrs eingeführt und tritt in dem Ringe zwischen dem Arbeitsrohr und dem letzten Verkleidungsrohr zu Tage, wobei allerdings im Tiefsten unterhalb des Verkleidungsrohrs das Loch durch den aufsteigenden Wasserstrom aufgewühlt wird. Die Verbindung des Arbeitsrohrs mit dem Bohrhebel erfolgt durch eiserne Bündel, welche oben an das Rohr angelegt werden und unter welche eine von dem Kopf des Hebels herabhängende Schere untergreift, so dass das Rohr die Bewegung des Krafthebelarms mitmacht. Der Wasserzuführungsschlauch ist mittelst Stopfbüchse mit dem oberen Ende des Rohrs verbunden. Um beim Auf- und Niedergehen des Rohrs dasselbe zu drehen, ist über dem Bohrtäucher ein Krückel angebracht. Das Gewicht des Rohrs wird durch Belastung des Bohrhebels abbalancirt. Das Niedergehen des Rohrs erfolgt sehr schnell, innerhalb von 4 Stunden wurden im mergelig-thonigen Sande ca. 5 Meter gebohrt. Deshalb muss häufig ein Hinaufrücken des Krückels, auch ein Verlängern des Rohrs nach Oben stattfinden. Zu dem Ende wird das Rohr über dem Bohrtäucher mittelst Bündel festgestellt, das obere Bündel wird gelöst, dem Hube entsprechend in die Höhe versetzt und wieder befestigt, der Hebel unter dasselbe gesenkt und das untere Bündel wieder gelöst. Zum Verlängern des Rohrs hat man Rohre von halber und ganzer Länge, 1,25, beziehungsweise 2,50 Meter; um diese aufschrauben zu können, muss ausser der Manipulation mit den Bündeln auch die Entfernung und dass Wiederaufbringen des Wasserschlauchs stattfinden, wobei es Aufgabe ist, den Wasserstrom nur so kurze Zeit, wie möglich, zu unterbrechen, damit sich das Rohr im Bohrlochtiefsten nicht festsetzt. Um das Bohren auch in festem Gestein fortsetzen zu können, ist die Röhre unten mit einem Meissel armirt, der aus zwei an die Bohrröhre angeschweissten Ohrenschneiden und dazwischen liegendem Steg besteht, welcher letztere in schwalbenschwanzförmige Ausschnitte der Rohrwand eingesetzt ist. Für den Fall, dass die Röhre nicht weiter niederzubringen ist, beabsichtigt man mit einem engeren Arbeitsrohr weiter vorzugehen, zu welchem Zweck der Steg beseitigt werden muss, was durch Herausstossen mittelst eines birnförmigen Instruments gegeschehen soll. Dieses Verfahren ist in neuerer Zeit bei den vielfachen, für Rechnung des preussischen Fiscus niedergebrachten Bohrlöchern wiederholt und dabei nach Anleitung des Bohrinspektors Koebrich zur Durchbohrung fester Gebirgsschichten der unten näher erörterte Freifallapparat mit Erfolg zur Anwendung gelangt. Von der Arbeit, wie sie von Koebrich bei einem Bohrversuch bei Purmallen unweit Memel durchgeführt worden ist, gibt derselbe in der unten angegebenen Quelle[189]) eine ausführliche

[189]) Koebrich in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 25B. S. 285.

Beschreibung. Beispielsweise auch in dem Bergrevier Eberswalde hat man sich dieser Bohrmethode zum schnellen und leichten Aufschluss der Braunkohlenlagerstätten bedient; doch hat man hier wie überall, den Nachtheil wahrgenommen, dass sich die Mächtigkeit der durchbohrten Schichten nicht genau bestimmen lässt[190]). Auch bei Bohrlöchern in Venedig zum Aufsuchen von Trinkwasser ist diese Methode und zwar drehend zur Anwendung gelangt[190a]).

3. Das Diamantbohren gehört insofern hierher, als das bohrende Instrument, die mit Diamanten besetzte Krone an einem Hohlgestänge sitzt, durch welches Wasser vor Ort gedrückt wird, wodurch das abgebohrte Bohrmehl mit dem aufsteigenden Wasserstrom zu Tage gebracht wird. Das Bohren mittelst Diamanten ist schon vor einem Jahrzehnt durch Leschot angegeben, dessen Apparat auf der Ausstellung zu Paris 1867 bereits Aufsehen erregte; in ausgedehnte Anwendung gelangte das Verfahren in Amerika, von wo es nach England übersiedelte, wo es durch den Major Beaumont eingeführt wurde; erst in neuester Zeit ist es auch auf dem Festlande viel zur Anwendung gelangt[191]). Das Verfahren, wie es von Major Beaumont angewendet wird, besteht in Folgendem[192]). Der arbeitende Theil des Bohrers oder die Krone besteht aus einem kurzen Rohrstück AB, Fig. 117. 118, aus Gussstahl, an dessen unterer Seite, sowohl an der äusseren, wie inneren Peripherie, eine Anzahl schwarzer Diamanten d d' eingesetzt sind; dieselben sind in die konisch ausgebohrten Oeffnungen der Krone fest eingestemmt und stark gefasst; sie sind schwarz und undurchsichtig, 0,2795 bis 4,97275 Kubikcentimeter gross und kosten 26 bis 28 Mark für den Karat; ihre Härte beträgt 20, die des Quarzes zu 10 angenommen, die Abnutzung erfolgt sehr langsam, indem sich allmälig einzelne Splitter ablösen. Am Cap der guten Hoffnung besetzt man die Kronen statt mit schwarzen Diamanten (carbonado) mit fleckigen (boart), angeblich mit gutem Erfolge[192a]). Meistentheils ist der Bohrlochsdurchmesser früher 52 Millimeter weit gewählt, doch wird derselbe jetzt grösser genommen; er wird sich nach der Beschaffenheit des Gebirges richten müssen, da bei festem Gebirge ohne Nachfall der geringere Durchmesser

[190]) Ebenda. Bd. 27B. S. 284.

[190a]) Oesterr. Zeitschrift f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1882. S. 54.

[191]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1875. S. 190; 1876. S. 96; 1882. S. 339. — Allgemeine deutsche polytechnische Zeitung von Dr. Grothe. Berlin 1874. S. 301. — Sitzungsberichte der naturwissenschaftl. Gesellschaft Isis in Dresden. Jahrg. 1874. S. 123. — Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins für Kärnthen. Klagenfurt 1875. S. 186. — Der Berggeist. Köln 1876. S. 45. — André a. a. O. p. 121. — Strippelmann a. a. O. S. 27. 34. 43. 69. 102. 127. Zweite Auflage. Leipzig 1881.

[192]) Broja: über die Anwendung des Diamantröhrenbohrers in England in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 21B. S. 283.

[192a]) The Engineering and Mining Journal. New York. Vol. 34. p. 176.

wohl genügt, während bei nachfallendem Gebirge Röhren nachgeführt werden müssen. Für ein Bohrloch von 52 Millimeter Weite genügen 8 Diamanten in der Stellung von Fig. 118; zwischen je 2 Diamanten ist eine Rinne rr in der Krone angebracht, um dem einströmenden Wasser den Ausweg zu gestatten. Die Krone ist an das aus schmiedeeisernen Röhren zusammengesetzte Gestänge angeschraubt und die Arbeit erfolgt in der Weise,

Fig. 117.

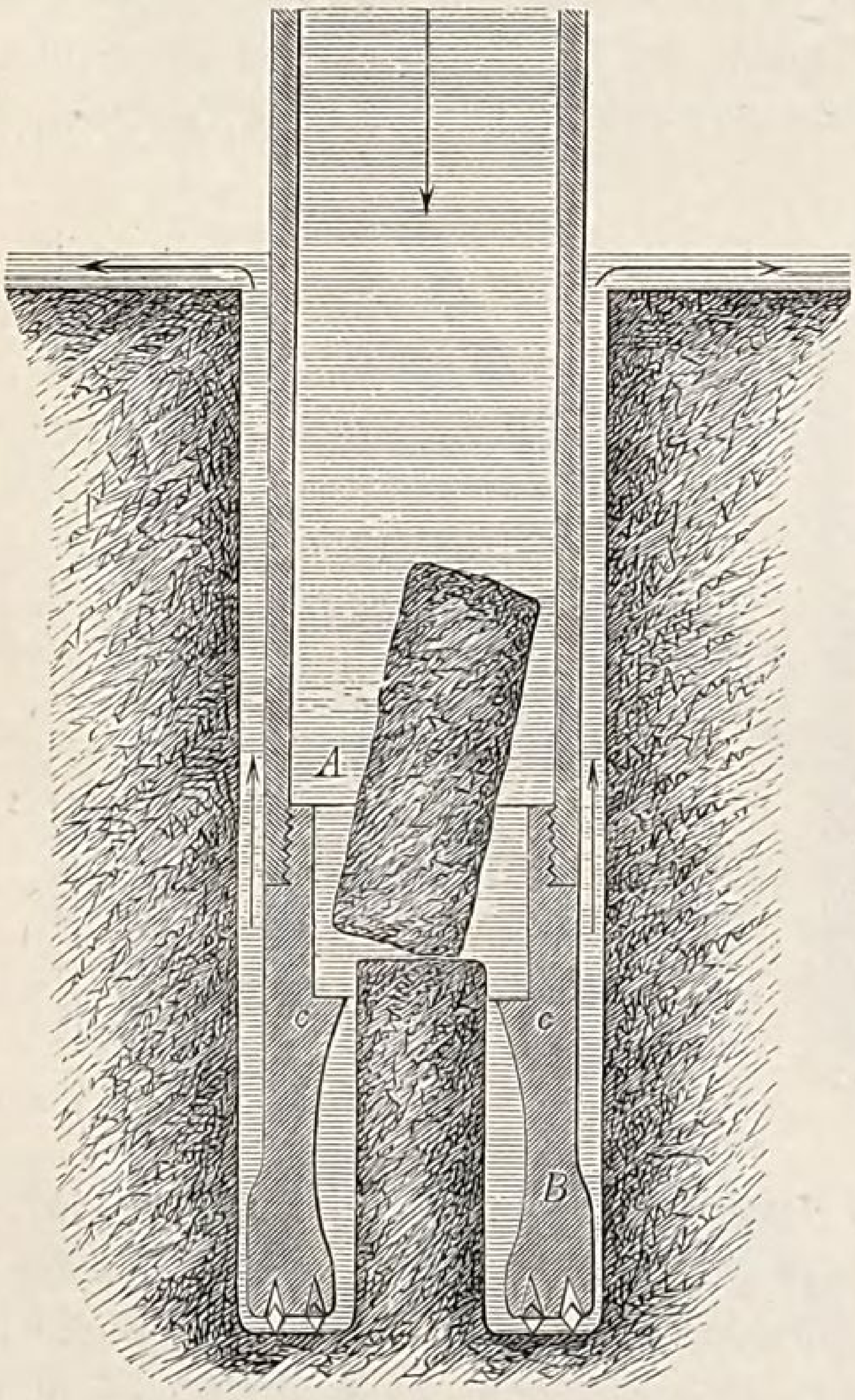
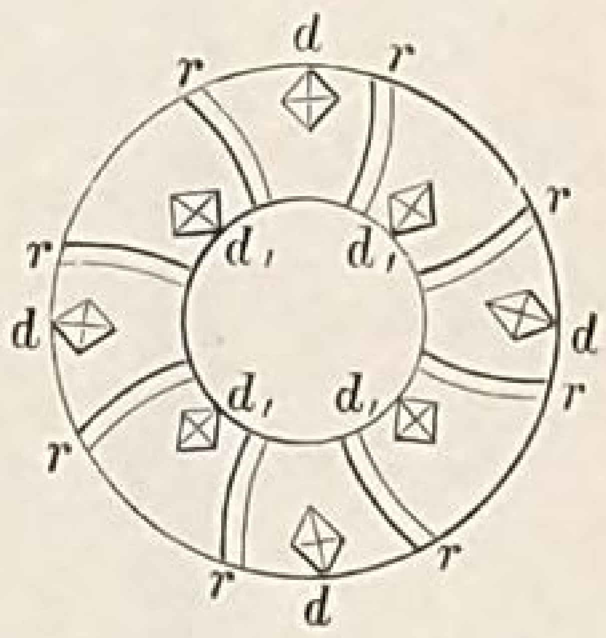


Fig. 118.



dass das Gestänge und mit ihm der Bohrer bei einer der Festigkeit des Gesteins entsprechenden Belastung von 200 bis 400 Klgrm. 200 bis 250 Umdrehungen in der Minute macht und durch das Hohlgestänge ein continuirlicher Wasserstrom eingepresst wird, welcher bei seinem Aufsteigen zwischen dem Gestänge und der Bohrlochswand den Bohrschmand beständig entfernt. Bei dem Eindringen in das Gestein lässt der Bohrer in der Mitte, Fig. 117, einen Kern stehen, welcher von Zeit zu Zeit abbricht, sich schief stellt, auf den Ansätzen der Krone CC hängen bleibt und beim Aufholen des Gestänges zu Tage gebracht wird. Die Kerne haben bei einem Bohrloch von 52 Millimeter einen Durchmesser von 26 Millimeter, bei einem Bohrloch von 156 Millimeter einen solchen von 104 Millimeter und je nach der Festigkeit des Gesteins eine Länge von einigen bis 60 Centimeter und

mehr. Das Kernbohren erfordert ein mehr oder weniger häufiges Aufholen des Gestänges; um dies zu vermeiden, hat Beaumont in neuerer Zeit die Krone mit 3 kugelförmig in die Höhe springenden Querstegen, welche gleichfalls mit Diamanten besetzt sind, Fig. 119. 120, versehen, wodurch also die ganze Bohrlochssohle zerbohrt wird, und man nur nöthig hat, zeitweise zum Probenehmen die Krone ohne Stege, also zum Kernbohren, anzuwenden. Der Apparat, welcher dem Gestänge und dem Bohrer die drehende Bewegung gibt, Fig. 121. 122, besteht aus einem von I-Eisen construirten Gestell; zur Führung und zum Tragen des Gestänges dienen die Säulen aa; zwischen diesen bewegt sich das gusseiserne Gleitstück g, in welches das

Fig. 119.

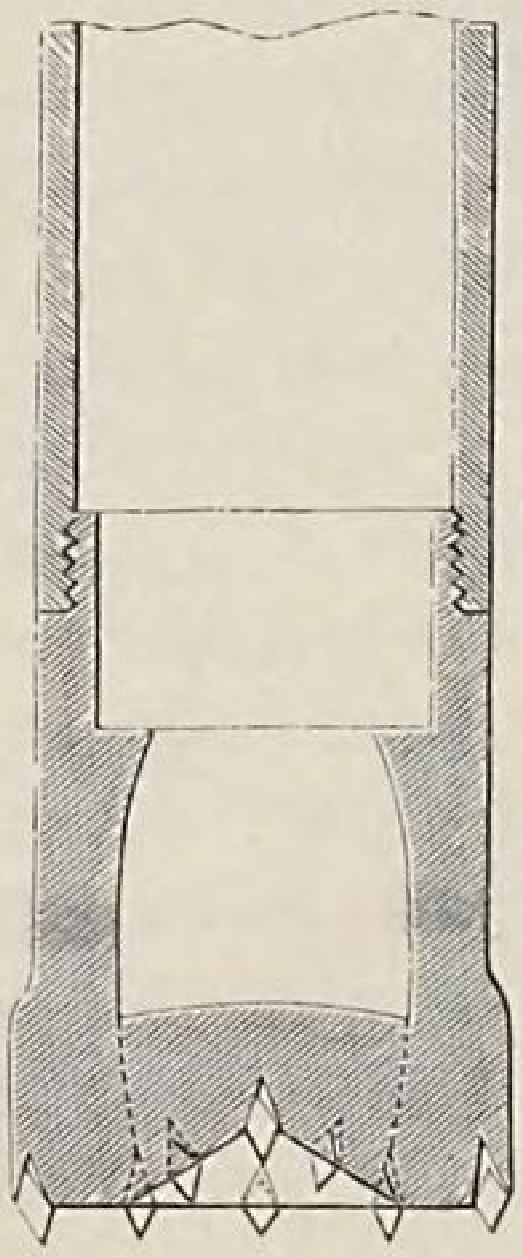
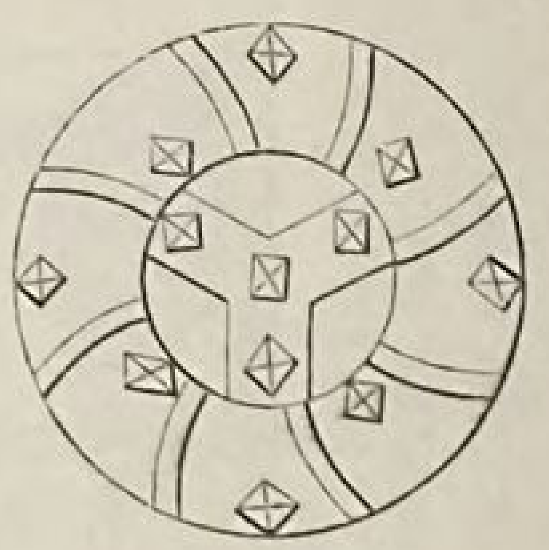


Fig. 120.



zur Aufnahme des Gestänges bestimmte Rohr f drehbar, aber in seiner Längsrichtung unverrückbar eingesetzt ist. Das Rohr f ist durch die Nabe des konischen Getrieberades e hindurchgeführt und mit dieser durch Feder und Nut verbunden, so dass es sich mit dem Rade dreht und in Folge dessen auch das Gestänge, welches mit dem Rohre f an dessen Fuss und Kopf durch je 3 Klemmschrauben befestigt ist, in Umdrehung versetzt. Das Gestänge wird Behufs Zuführung des Wassers am Kopfe mit dem Aufsatze h' versehen. Derselbe ist aus Bronce gefertigt und besteht, Fig. 123, aus einem mit einem Bunde versehenen und mehrfach geschlitzten Rohre p, welches in die zur Wasserzuführung bestimmte Hülse q genau eingeschliffen und oben mittelst einer Verschraubung t geschlossen ist. Der Eintritt des Wassers in das Hohlgestänge erfolgt durch die Schlitze sss. Die Belastung des Gestänges wird durch das Gewicht n bewirkt, dessen Ketten über die Rollen mm geführt unten an das Gleitstück g angreifen, die Entlastung dagegen bewirkt das Gewicht n_1, dessen Ketten über die Rollen om geführt an der oberen Seite des Gleitstücks g befestigt sind. Zum Betriebe dient eine 20 Pferdekräfte starke Locomobile, welche

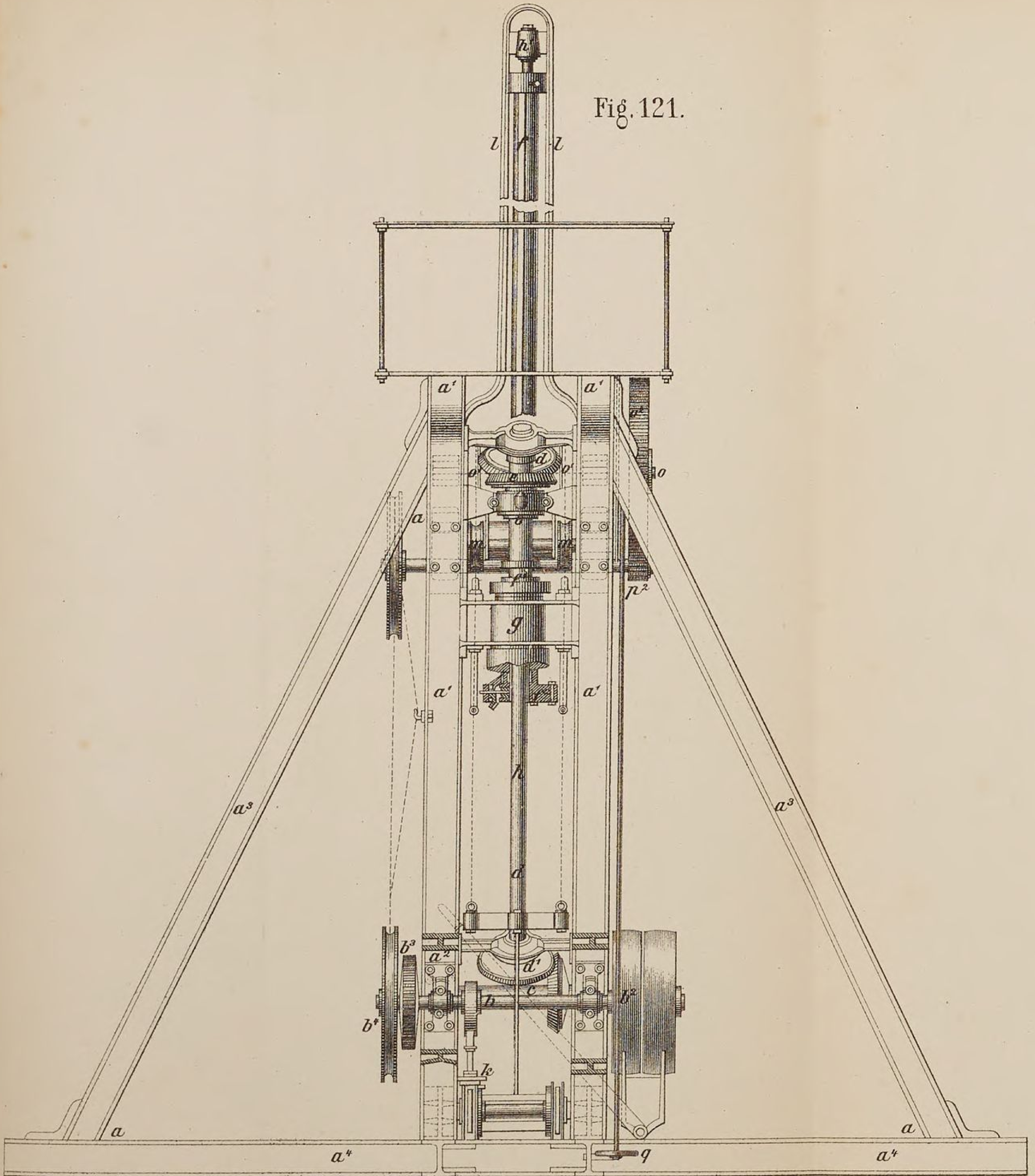


Fig. 121.

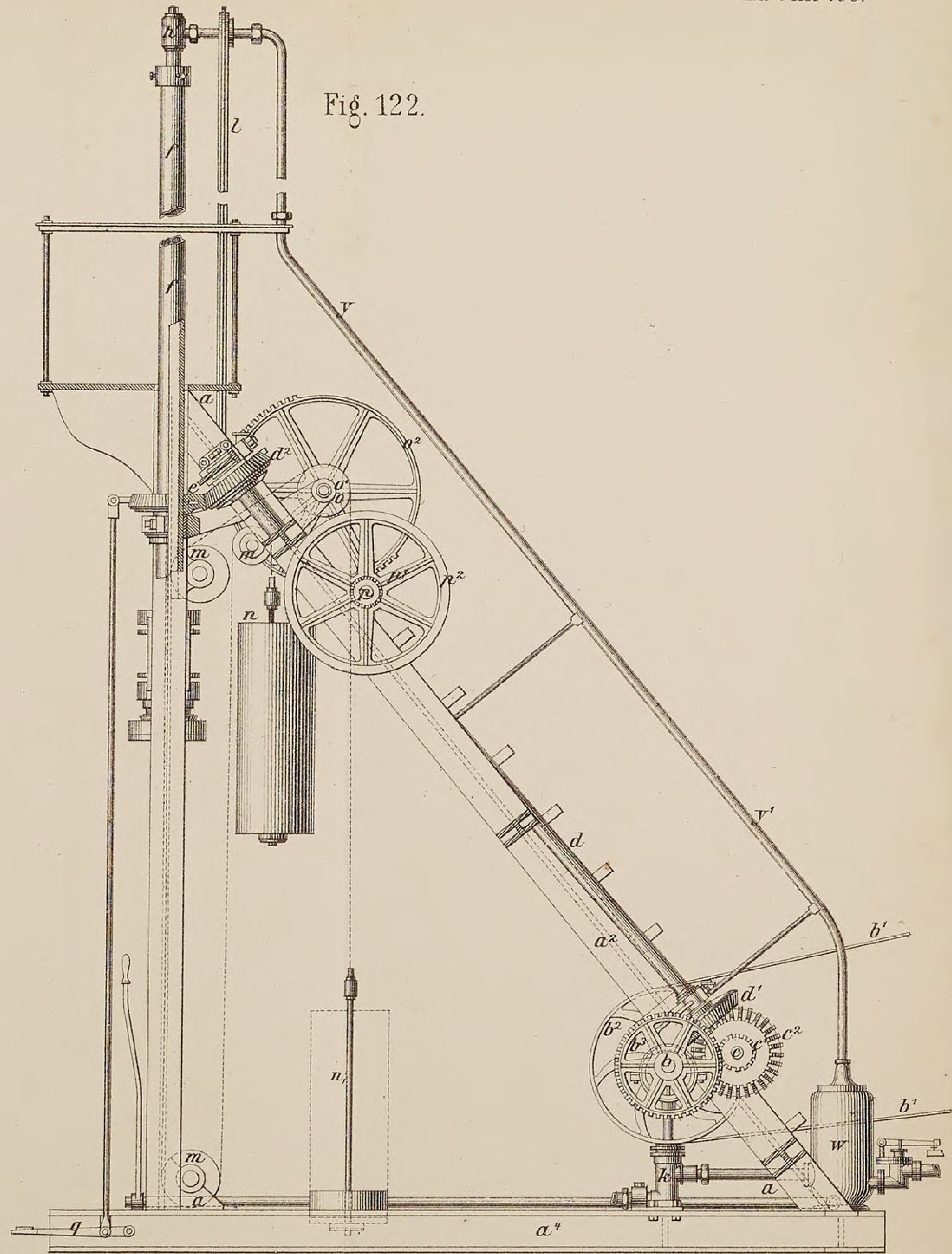
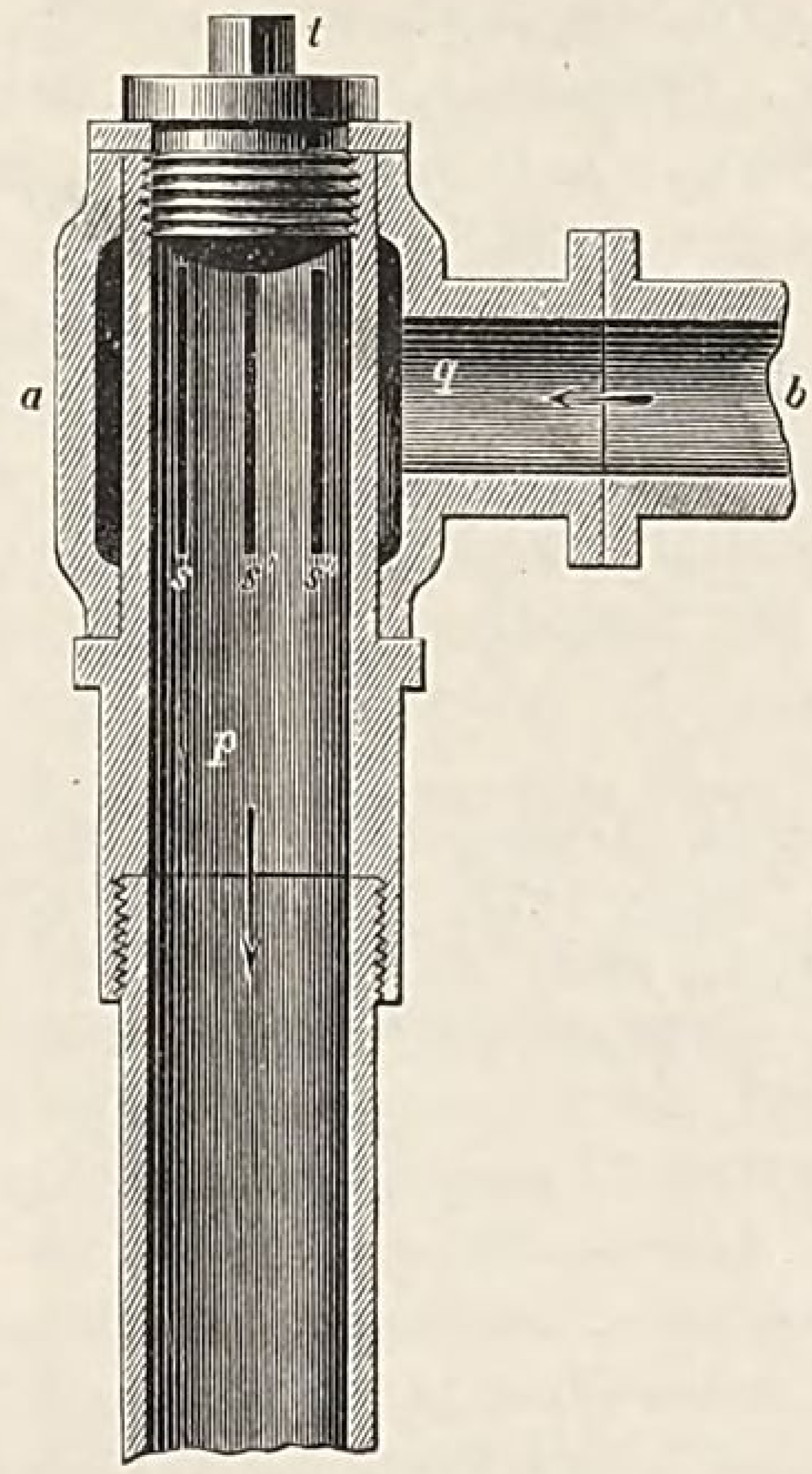


Fig. 122.

Geogr. lith. Inst. u. Steindr. v. W. Greve, Kgl. Hoflith., Berlin.

mittelst Riemenübertragung b' b' die Welle b in Umgang versetzt, von welcher aus durch die Getrieberäder $b^3 c' d' c^2 d^2 e$ die Rotation auf das Rohr f und durch dieses auf das Gestänge und die Bohrkrone übertragen wird. Von der Welle b aus wird durch die Excentrik oder eine Scheibe mit Krummzapfen die Pumpe k in Bewegung gesetzt, welche klares Wasser in den Windkessel w und aus diesem durch das Rohr yy', das Aufsatzstück h' und das Hohlgestänge in das Bohrloch drückt. Der Windkessel ist mit einem Sicherheitsventil versehen, damit bei etwaigen

Fig. 123.



Hindernissen des Wasserdurchgangs im Gestänge dasselbe vor dem Zerspringen gesichert ist. Das Wasserquantum, welches zugeführt wird, beträgt 7000 bis 9000 Liter in der Stunde. Von den beiden Wellen o und p, welche jede mit kräftiger Bremse versehen sind, dient die erstere zum Heben und Senken der Gegengewichte und die Welle p zum Aufholen des Bohrgestänges mittelst einer auf einen zugehörigen Rundbaum gewickelten Kette; die Umdrehung der Wellen o und p erfolgt von der Welle b aus mittelst ausrückbarer konischer Getriebe. Das gesammte Bohrzeug ist mit einem ca. 9 Meter hohen Holzgerüst überbaut, in dessen Spitze eine Rolle hängt, so dass das Gestänge in Längen von 7,5 Meter ausgezogen werden kann. Nach den bisherigen Erfahrungen beträgt die Schnelligkeit, mit welcher ein zweizölliger Diamantbohrer in das Gestein eindringt, bei Granit 52 bis 78 Millimeter, bei Quarz 26 Millimeter und bei Sandstein 104 Milli-

meter in der Minute. Die Leistungen sind überraschende und sind auf 4,393 bis 14,75 Meter in einer Woche beobachtet worden; Koebrich bohrte im Steinsalz bei Alsleben in der Provinz Sachsen 147 m in einer Woche, sogar 55 m an einem Tage! Demgemäss verbreitet sich dieser Bohrapparat auf dem Festlande immermehr, steht in England[193]) in ausgedehnter Anwendung und erfreut sich in Amerika[194]), wo sich besondere Gesellschaften zur Ausbeutung des Bohrverfahrens gebildet haben[195]), einer grossen Verbreitung, zumal die Tiefe von 500 Meter jetzt schon wiederholt überschritten ist. Auf dem Continent sind die Bohrversuche zu Böhmisch-Brod in Böhmen[196]), zu Rheinfelden in der Schweiz[197]), auf der Königin-Luise Grube bei Zabrze in Oberschlesien[198]), zu Liebau in Niederschlesien, bei Cottbus, Dürrenberg, Stassfurt, bei Aschersleben[199]), zu Neuville in Frankreich[200]) u. a. a. O. hervorzuheben, bei welchen das Bohren mit grösseren oder geringeren Erfolgen bewirkt worden ist. Es empfiehlt sich das Diamantbohren als Fortsetzung des dänischen Verfahrens, wenn man wegen zu grosser Festigkeit der Schichten mit dem letzteren nicht mehr vorwärts dringen kann.

Bei einer auf dem Hüttenwerke zu Malapane angefertigten Diamantbohrmaschine wurden als Gestänge Gussstahlröhren angewendet, welche

[193]) The Mining Journal. London 1872. Vol. 42. pag. 411., Jahrg. 1873. Vol. 43. pag. 771. 954., Jahrg. 1874. Vol. 44. pag. 872. 1124. 1197. Vol. 45. pag. 703. — Glückauf. Essen 1875. No. 45.

[194]) The Engineering and Mining Journal. New York 1874. Vol. 17. pag. 65. 257. 273. Vol. 18. pag. 17. — Dingler polyt. Journal Bd. 200. S. 77. — Der Berggeist. Köln 1871. S. 417. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1872. S. 279. — Annales des mines Paris 7 série. tome VII. p. 451. — Riedler: Gesteinsbohrmaschinen u. Luftcompressionsmaschinen. (Bericht der österr. Commission über die Weltausstellung in Philadelphia 1876.) S. 74. Wien 1877.

[195]) The Engineering and Mining Journal. New York. Vol. 22. p. 233. Vol. 23. p. 150. — v. Hauer berg- u. hüttenm. Jahrbuch. Wien. Bd. 27. S. 267. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. 1882. S. 339.

[196]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1874. S. 383. — Der Berggeist. Köln 1874. S. 551. — Dingler polyt. Journal Bd. 217. S. 93. — Berg- u. hüttenm. Jahrb. der österr. Bergakademien von J. Ritter v. Hauer. Bd. 23. S. 302. — Annales des mines. Paris 7 série. tome VII. p. 479.

[197]) Glückauf. Essen 1875. No. 45. — Der Berggeist. Köln 1875. S. 415. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1875. S. 481. — Annales des mines. Paris 7 série, tome VIII. p. 155. — Dingler polyt. Journal Bd. 219. S. 173. — Strippelmann in Zeitschr. des Berg- u. hüttenm. Vereins für Kärnthen u. Steiermark. 1878. S. 62.

[198]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 23B. S. 117.

[199]) Wochenschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin 1877. S. 109. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 22. S. 167.

[200]) Annales des mines. 7 série, tome 16. p. 209.

von der Wittener Gussstahl- und Waffenfabrik gefertigt worden waren[201]). Das Gestänge besteht aus 2 Meter langen Röhren mit 22 Millimeter innerem und 37 Millimeter äusserem Durchmesser; die Verbindung der einzelnen Stangen erfolgt durch gleichfalls aus Gussstahl hergestellte Muffen von 75 Millimeter Länge und 52 Millimeter äusserem Durchmesser. Im Ganzen bestand das Gestänge aus 325 Röhren, war also 650 Meter lang. Vor der Ab- und Ausdrehung der Gussstahlstäbe zu Röhren wurden dieselben auf ihre absolute Festigkeit geprüft, welche vertragsmässig 70 Kilogramm auf den Quadratmillimeter betragen sollte, faktisch aber 72,25 Kilogramm betragen hat.

So vortheilhaft die beschriebenen Bohrmethoden mit Wasserspülung — namentlich wegen der Reinhaltung der Bohrlochssohle — auch sind, so führen sie doch Mängel mit sich, welche ein Vordringen zu Tiefen, wie sie das Bohren mit den bisherigen Apparaten erreichte, sehr erschweren. Dahin gehört die nothwendige Nachführung von Verkleidungsröhren, ohne welche ein Fortbohren gar nicht möglich ist, da der Nachfall aus den Bohrlochswänden den Arbeitsapparat an seinen Functionen hindert; es kann ferner nur mit einem verhältnissmässig sehr engen Durchmesser gebohrt werden, wodurch wiederum das Vordringen in grössere Tiefen gehemmt ist; das Arbeitsrohr ist sehr leicht Klemmungen und Brüchen ausgesetzt, deren Beseitigung sehr schwer sein kann, so dass dadurch häufig das Erliegen der Arbeit nothwendig wird; endlich scheint das Verfahren, besonders wegen der kostspieligen und leicht verloren gehenden Diamanten, theurer zu sein, als die gewöhnliche Bohrmethode[202]). Auch gegen dieses Bohrverfahren erhebt der Bohringenieur Noth[203]) seine Stimme, indem er hervorhebt, dass es nur für gewisse, gleichmässig gelagerte Gebirgsformationen, nicht aber z. B. in Conglomeratschichten, anwendbar sei, dass es nur geringe Bohrlochsdurchmesser gestatte, man also damit nicht in grosse Tiefen vordringen könne, dass es einen hohen Kraftaufwand erfordere, indem das ganze Bohrgestänge beständig in Drehung erhalten werden müsse, dass sich Unfälle bei dem kleinen Durchmesser des Bohrlochs nur schwierig beseitigen lassen und die Arbeiten leicht verfehlte sein können, dass das Verfahren kostspielig sei. Es sind das dieselben Bedenken gegen das Verfahren, welche so eben hervorgehoben wurden und welchen sich auch Strippelmann bei seiner Vergleichung der Resultate des nach Fauck'schem System mit steifem Gestänge und Freifallstück niedergebrachten Bohrversuchs zu Malkowitz bei Schlan in Böhmen und der Diamantbohrung

[201]) Glückauf. Essen 1876. No. 30. — Der Berggeist. Köln 1876. S. 237. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1876. S. 325.

[202]) Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins für Kärnthen. Klagenfurt 1875. S. 167.

[203]) Noth in berg- u. hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1876. S. 235.

bei Rheinfelden in der Schweiz im Allgemeinen anschliesst[204]). Dennoch kommt derselbe Verfasser später[205]) zu der Ueberzeugung, dass die Diamantbohrmethode einen grossen Theil der erwähnten Hindernisse und Nachtheile durch die Bemühungen der Continental-Diamond-Rock.Boring Company bei den Bohrungen in der Nähe von Aschersleben nach Stein- und Kalisalz — und wir können hinzufügen durch die Thätigkeit des Bohrinspektor Koebrich bei den fiskalischen Bohrungen in Preussen — völlig überwunden hat. Hatte diese Bohrmethode schon früher den Vorzug der grösseren Schnelligkeit vor allen anderen voraus, so ist es jetzt auch gelungen, den Anfangsdurchmesser, der früher nicht 156 mm überstieg, auf 270 bis 310 mm zu erhöhen, wodurch es denn andrerseits möglich wird, in grössere Tiefen vorzudringen, indem man trotz etwa eintretenden Nachfalls eine grössere Zahl von Verröhrungen einbringen kann, bevor man zu dem Minimaldurchmesser gelangt, und indem man durch Verstärkung der Maschine und des gehenden Zeuges den bei grösseren Tiefen eintretenden Hindernissen gewachsen bleibt, wie Bohrloch I bei Aschersleben eine Tiefe von 902 m erreichte. Das Bohrloch bei Dürrenberg erlangte eine Tiefe von 862 m bei einem Durchmesser von nur 28 mm. Der grosse Vorzug der Diamantbohrmethode, dass man durch das damit verbundene Kernbohren dauernd über die Natur der durchbohrten Schichten unterrichtet bleibt, ist dadurch vergrössert, dass man auch aus solchen Schichten, welche im Wasser löslich sind, Kerne erbohren kann, indem man eine Lösung von Chlormagnesium als Spülung einführte und dadurch bei Aschersleben, Stassfurt, Inowrazlav vollständige Kerne aus dem Stein- und Kalisalz zu Tage brachte. Dasselbe Verfahren versuchte man in einem Bohrloche bei Zachemünde unweit Schönebeck, um Steinsalzkerne zu erbohren; indess war hier das unmittelbar vorher erreichte Gebirge so klüftig, dass das Spülwasser, also auch die Chlormagnesiumlösung, sich in den Klüften verlief und nicht vor Ort gelangte, so dass das Bohrlochswasser das Steinsalz auflöste und Kerne nicht zu Tage geschafft werden konnten. Dagegen ist es später dem Bohrinspektor Koebrich ohne alle Schwierigkeit in vielen Fällen gelungen, Kerne aus dem Steinsalz zu Tage zu bringen. — Ueber die beim Schachtabteufen erfolgte Benutzung des Bohrens mit Diamantbohrapparaten wird weiter unten die Rede sein.

4. Wie im Vorstehenden schon angedeutet, führt das Bohren mit steifem Röhrengestänge alle die Nachtheile mit sich, welche das frühere Verfahren mit steifem Gestänge an sich trug, weshalb von Fauck das Bohren mit Freifallapparat und Wasserspülung in Vorschlag gebracht wird. Derselbe benutzt zugleich den von ihm angegebenen excentrischen Bohrer, wodurch es ermöglicht wird, die Verkleidungsröhre leicht nachzuführen,

[204]) Strippelmann in Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins für Steiermark u. Kärnthen. Klagenfurt 1878. S. 3.

[205]) Ebenda. 1879. S. 141.

indem dieser Bohrer als Erweiterungsbohrer unter der Röhre wirkt[206]). Das Gestänge besteht, wie beim sonstigen Bohren mit Wasserspülung, aus

Fig. 124.

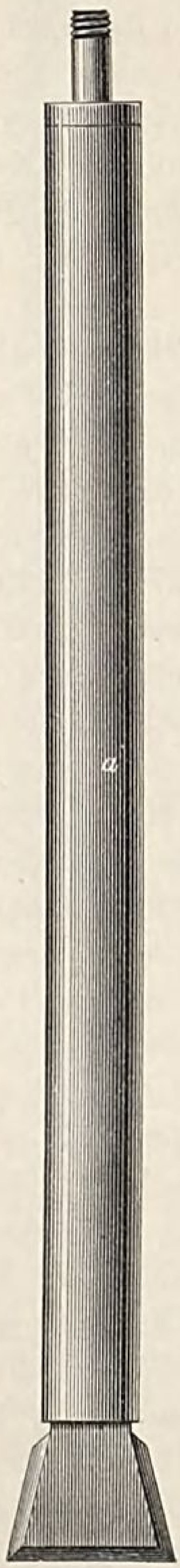


Fig. 125.

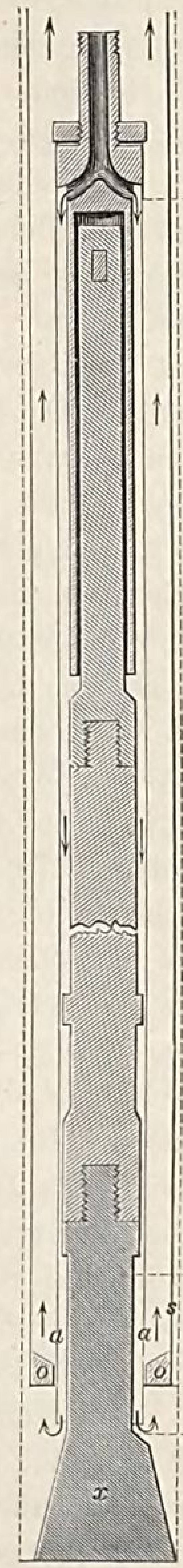
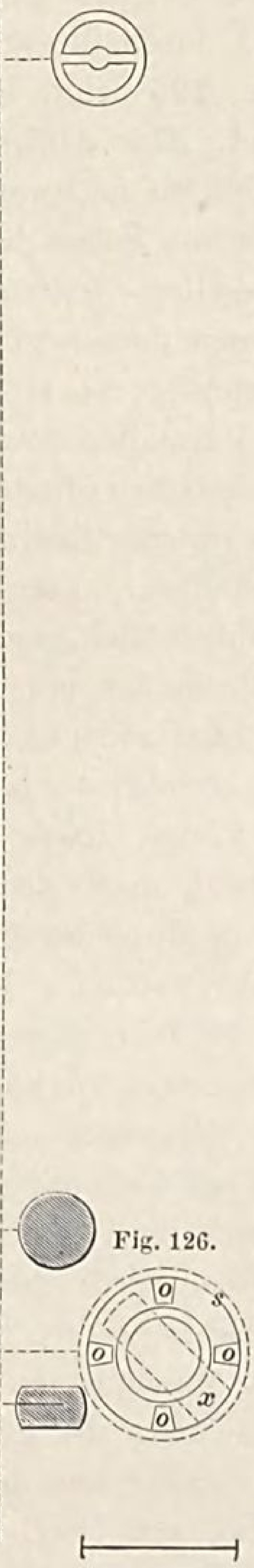


Fig. 126.



hohlen Röhren von 52 Millimeter Durchmesser, welches mit einem Fabian'schen Freifallapparat und dem bei diesem erforderlichen Unterzeuge ver-

[206]) Fauck in Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins für Kärnthen. Klagenfurt 1875. S. 8. — Dingler polyt. Journal Bd. 216. S. 125. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen, Wien 1874. S. 421.

bunden ist. Der untere Bohrapparat ist von dem Mantel a, Fig. 124. 125, umhüllt, innerhalb dessen das Wasser aus dem Gestänge zur Sohle fliesst, um ausserhalb des Mantels wieder in die Höhe zu steigen. Das Röhrengestänge ist mit der Stellschraube am Schwengel nicht durch einen Wirbel, sondern durch einen Holländer verbunden, um das Drehen des Gestänges zu ermöglichen und durch den Holländer das mittelst eines Spiralgummischlauchs zugeführte Druckwasser in das Gestängerohr gelangen zu lassen. Der Meissel wird durch die am Verkleidungsrohr S befindlichen Zähne o geführt; wie Fig. 126 zeigt, ist das Durchführen des Meissels durch die Zähne o gestattet. Das Aufholen des Bohrers ist nur dann erforderlich, wenn dessen Schärfen nothwendig wird.

5. Die Idee von Fauck hat der Bohrinspektor Koebrich weiter ausgebildet, für dieselbe ein Patent in Deutschland erhalten und sie bereits bei den in Preussen umgehenden Bohrversuchen mit Wasserspülung erfolgreich nutzbar gemacht, so unter anderen bei dem oben S. 183 erwähnten Bohrversuch bei Purmallen unweit Memel u. a. m. Das Freifallinstrument[207]) besteht aus dem äusseren Mantelrohre a (Fig. 127. 128. 129. 130), in welches bei b und c ein inneres Gewinde eingeschnitten ist; am unteren Ende ist die Manschettenbüchse d, am oberen das Halsstück e eingeschraubt, an das letztere schliesst sich nach Oben das Hohlgestänge als Bohrgestänge an, welches in Purmallen eine lichte Weite von 35 mm hatte. Im Innern des Mantelrohrs liegt zwischen Halsstück und Manschettenbüchse der Freifallmechanismus, welcher nach dem Princip des Fabian'schen Freifallstücks aus einer der Länge nach durchschnittenen zweitheiligen Hülse mit Schlitzen ii besteht, in welchen sich beim Arbeiten der Fangkeil des Abfallstücks k auf- und niederbewegt, gefangen und abgeworfen wird. Die Hülse ist deshalb zweitheilig hergestellt, um das Abfallstück k leicht herausnehmen und die fein eingeschliffenen Stahlsitze bei n einbringen, auswechseln oder repariren zu können. Die beiden Hälften der Hülse tragen je eine Nase o, mit welchen sie nach Unten hin in eine entsprechende Vertiefung der Manschettenbüchse d eingreifen. Am oberen Ende der Hülse bei r befinden sich zwei Vertiefungen, in welche der Ring s mit seinen Nasen eingeschoben wird; derselbe dient in Verbindung mit der unteren Fixirung der Hülse bei o dieselbe gegen kleine Verschiebungen zu schützen und den höchst unbequemen Verklemmungen des Abfallstücks in den Schlitzen vorzubeugen. Das Abfallstück k ist hohl und trägt an seinem oberen Ende die massiv aus der Wandstärke des Stücks flügelartig heraustretenden Sitzkeile u u (Fig. 127); am unteren Ende befindet sich die Schraube t zum Anschluss an die hohle Belastungsstange (Fig. 130). Zur leichten Bewegung des Abfallsstücks hat dasselbe einen Spielraum von

[207]) Koebrich in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 25B. S. 291. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1878. S. 2. — Dingler polyt. Journal. Bd. 227. S. 457.

Fig. 127.

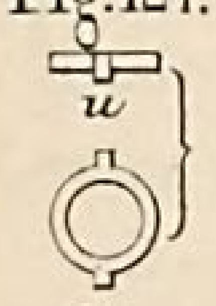


Fig. 128.

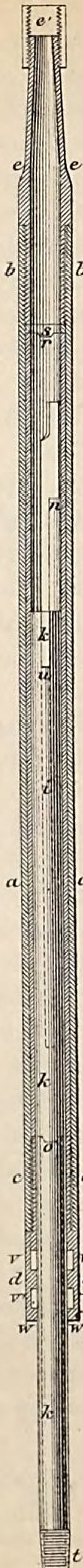


Fig. 129.

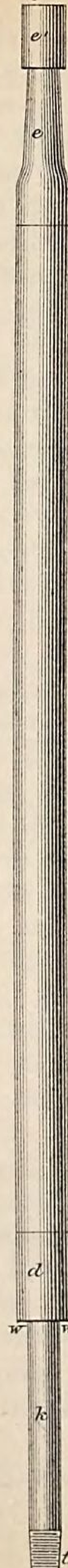
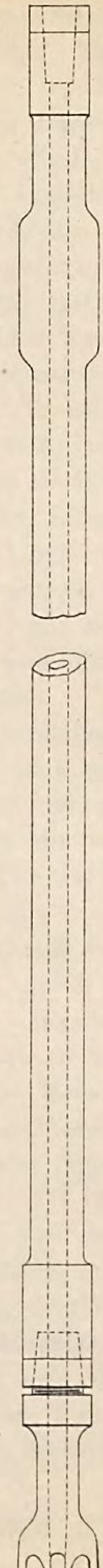


Fig. 130.



an dem senkrecht über dem Bohrloche schwingenden Schwengelende durch zwei Panzerketten gehalten wird. Am entgegengesetzten Ende des gleicharmigen Schwengels wirkt der Motor, entweder direkt, oder durch Transmission indirekt; für Bohrungen mittelst Menschenhänden muss der Schwengel selbstredend ungleicharmig sein. — Das untere Ende des Bohrschlauchs läuft in einen stählernen Holländer aus, in dessen äusseren Mantel die Bohrwerkzeuge eingeschraubt sind; um den Bohrschlauch in der Mitte des Loches zu erhalten, sitzt über dem Holländer eine vierflügelige Leitung, welche den Aufgang der mit Schlamm erfüllten Wasser gestattet, aber die Drehung des Schlauchs durch die Flügel verhindert. An den unteren Theil des Holländers wird das Freifallstück angeschraubt, wozu man jeden geschlossenen, hohlen Freifallapparat wählen kann, wie den von Fabian, Zobel, v. Sparre, Fauck, Greifenhagen u. a. m. Das Zungenstück des Freifallapparats setzt sich in das Bohrstück fort; dasselbe ist ein hohler, geschweisster und ausgebohrter Cylinder von Bessemerstahl, 1,3 bis 2 Meter lang; der untere Theil ist gestaucht und erhält diametral stehende Oeffnungen zum Einschieben der Kreuzbohrschneiden, welche durch einen Keil gehalten werden. Sind die Schneiden mit dem Keil eingesetzt, wird eine Blechhülse übergeschoben, so dass eine Verrückung der Schneiden und des Keils nicht mehr stattfinden kann. Die Blechhülse verdeckt die an der Peripherie des Bohrkopfes eingearbeiteten Rinnen, die sog. Reactionsrinnen, durch welche ein Theil des mit Bohrschlamm vermengten Wassers, welches sich vor Ort befindet, zu entweichen gezwungen ist, da ihm zwischen Bohrlochswand und Bohrkopf nur ein unbedeutender Spielraum gelassen ist. Zwischen den Bohrerschneiden befinden sich die vier Ausgussöffnungen, welche den Austritt des eingepressten Wassers aus dem Innern des Bohrstücks vermitteln. Sobald der Bohrschlauch mit dem Freifallapparat und dem mit den Schneiden und der Hülse armirten Bohrkopf vor Ort eingelassen ist, auch die Stellschraube mit dem Schlauch in Verbindung gesetzt und der Hahn zum Einlassen des Wassers geöffnet ist, beginnt die Bohrarbeit. Das Fallenlassen des Bohrstücks erfolgt beim Niedergange augenblicklich und trotz grosser Geschwindigkeit regelmässig und sicher. Gleichzeitig strömt Wasser aus dem Innern des fallenden Bohrstücks mit grosser Heftigkeit aus, es erfolgt eine Drehung des Bohrstücks vermöge der Reactionswirkung des ausfliessenden Wasserstrahles nach den Ausflussmündungen entgegengesetzter Richtung, bis das Bohrstück auf der Sohle aufruht. In diesem Augenblick eilt der Bohrschlauch mit dem Obertheil des Bohrapparates um die Fallhöhe nach und ergreift das Bohrstück wieder, ohne dass er die Drehung des unteren Bohrstücks mitzumachen hätte. Das Mass der Drehung lässt sich durch die Reactionskanäle bestimmen. Müssen Verkleidungsröhren nachgeführt werden, so wird vorgeschlagen, mittelst excentrischer Bohrerschneiden zu erweitern. Wenn das hier beschriebene Verfahren in der Praxis erprobt wird, so würde es vor allen Bohrmethoden mit Wasserspülung den Vorzug verdienen, weil es den Beginn mit einem

grossen Durchmesser und die allmälige Verengerung durch Einlassen von engeren Verkleidungsröhren, wenn solche nothwendig sind, gestattet. Eine praktische Anwendung scheint das Verfahren noch nicht gefunden zu haben.

7. C. v. Balzberg zu Ischl hat einen Freifallapparat mit Wasserspülung im Modell hergestellt[209]), welcher auf der Wirkung eines Mönchskolbens in einer Stopfbüchse im Innern des Apparats beruht. Da derselbe praktisch noch nicht zur Anwendung gelangt ist, mag er hier nur erwähnt sein.

Andere Bohrmethoden.

1. Denselben Zweck, wie Fauvelle und die übrigen vorstehend bezeichneten Bohrmethoden, den Bohrschmand sofort zu beseitigen und die Bohrlochssohle dauernd rein zu erhalten, verfolgte Laué bei seinem System[210]). Ueber der Meisselstange sitzt eine unten offene Röhre, welche oben durch ein Ventil geschlossen ist, über dieser Röhre sitzt eine zweite 7,53 bis 9,42 Meter lange, an welche sich die Rutschscheere und das gewöhnliche Gestänge anschliesst; oben ist die lange Röhre mit einer feinen Oeffnung versehen, um dem mit dem Schlamm eintretenden Wasser den Wiederaustritt zu gestatten, während der Schlamm, der bei jedem Meisselschlag über das Ventil tritt, sich in der Röhre ansammelt. Man erreicht also ein längeres Reinhalten der Bohrlochssohle und ein selteneres Ausziehen des Gestänges Behufs Beseitigung des Schlammes. Man bohrte mit diesem Apparat in harten Schichten des oberen Jura mittelst Wasserkraft innerhalb 3 Monaten 94 Meter.

Ein ähnliches Princip hat man beim Seilbohren auf der Gerhardgrube bei Saarbrücken[211]) angewendet, wo gleichfalls über dem Meissel eine Röhre zur Aufnahme des Bohrschlammes angebracht war.

2. Schon Fauvelle hat darauf aufmerksam gemacht, dass ein ungestörterer Aufgang der Wassersäule und des Bohrschlammes stattfände, wenn das Wasser in das Bohrloch gepumpt und in dem Bohrgestänge zum Aufsteigen gebracht würde; er ist also als der eigentliche Erfinder des Bohrens mit Wasserspülung anzusehen. Hierauf haben Chanoit und Catelineau die bohrende Pumpe[212]) gegründet, nachdem sie durch Versuche festgestellt hatten, dass ein Wasserstrom von 0,10 Meter Geschwindigkeit feinen Sand, von 0,20 Meter groben Sand, von 0,50 M. Grand von 2 Centimeter Korn, von 1,00 M. alle Kiesel, soweit sie in die Gestänge-

[209]) Oesterr. Zeitung f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1878. S. 58.

[210]) Dr. Bolley: Der patentirte Erdbohrer von Laué in Bergwerksfreund. Eisleben 1853. Bd. 16. S. 523.

[211]) Frommann: Das Seilbohren S. 186.

[212]) v. Seckendorff: Die bohrende Pumpe in Bergwerksfreund. Eisleben 1860. Bd. 22. S. 659.

röhre eintreten können, von 2,00 M. Geschwindigkeit sogar Kupfer- und Eisentheile fortbewegt. Die Pumpe besteht aus vier Theilen:

a. Oben befindet sich eine Blechröhre, die von einem gusseisernen Cylinder umgeben ist, an jener ist ein ringförmiger Kolben mit nach Unten sich öffnenden Ventilen und eine Schnauze zum Ausgiessen angebracht;

b. daran schliesst sich nach Unten das durch eine Blechröhre mit dem Cylinder verbundene hohle, hölzerne Gestänge aus Dauben von Fichtenholz mit umgelegten eisernen Bändern; die Röhren sind 10 Meter lang und werden durch ein Bajonnetschloss mit einander verbunden;

c. der Freifallapparat mit Zangen, welche durch einen Schwimmer oder ein Ventil geöffnet und geschlossen werden;

d. das Arbeitszeug, bestehend aus einem Blechcylinder, an den sich der Bohrklotz und die daran befestigten Meisselschneiden anschliessen.

Die oben befindliche Röhre, welche gegen die Bohrlochswand abgelidert ist, steht mit dem Balancier in Verbindung. Wenn der ganze Apparat auf dem höchsten Punkt steht und nun gesenkt wird, so übt der ringförmige Kolben einen Druck auf das Wasser, indem sich seine Ventile schliessen, das Wasser steigt in die Gestängeröhre, löst das Freifallstück, nimmt aber zugleich den Bohrschlamm mit in die Röhre, wobei man die Geschwindigkeit je nach Verhältniss der Querschnitte reguliren kann. Beim Umsetzen hört der Druck von Aussen auf, aber der innere Druck wird thätig, indem sich das Ventil am Greifapparat hebt und den Greifapparat schliesst. Beim Aufgange werden die Wasser und der darin befindliche Schlamm mitgehoben und fliessen oben zur Blechröhre aus.

Die Erfinder weisen dem Apparat viele Vortheile zu, die vorzüglich auf der Reinheit der Bohrlochssohle, die dadurch bewirkte Vermeidung von Klemmungen und die Beseitigung des Löffelns beruhen; auch von Seckendorff nennt den Apparat culturfähig und glaubt ihn für die Entwickelung des Bohrwesens empfehlen zu können.

Das Bohren in anderer als abwärts senkrechter Richtung.

Bohrlöcher, welche nicht senkrecht abwärts gebohrt werden, kommen im Ganzen selten vor und sind, mit Ausnahme der sehr seltenen horizontalen Löcher an Gehängen über Tage, an die Grubenbaue geknüpft. Auch hierbei hat man, je nach Beschaffenheit der Massen, stossendes und drehendes Bohren zu unterscheiden; das letztere Verfahren wird neuerdings häufig auf Steinkohlenbergwerken, besonders beim Vorhandensein schlagender Wetter, zur Herstellung von Wetterbohrlöchern in Anwendung gebracht. Beiden Bohrmethoden gemeinsam ist, dass man auch beim stossenden Bohren hier, wie beim drehenden, keine beweglichen Zwischenstücke anbringt, und dass man dem Bohrer Leitungen giebt, um die Richtung zu bewahren. Man hat nach der Richtung der Löcher folgende Fälle zu unterscheiden: 1. horizontal namentlich zum Vorbohren, besonders zum

Abzapfen vorliegender alter Gesenke; 2. geneigt aufwärts zu demselben Zweck, sowie zur Herstellung von Wetterverbindungen; 3. geneigt abwärts ebenfalls zur Wetterverbindung; 4. seiger aufwärts zu gleichem Zweck, doch nur in den seltensten Fällen anwendbar; in allen erwähnten Richtungen kann man auch zur Untersuchung der vorliegenden Gebirgsschichten, zur Aufsuchung von Flötzen bohren. Da alle Bohrlöcher dieser Art nur eine mässige Länge erhalten, so vereinfacht sich Vieles gegen das früher beschriebene Verfahren, doch ist die Beengtheit des Raumes häufig hinderlich und zwingt zum Gebrauche kurzer Stangen.

a. Stossendes Bohren.

1. In horizontaler Richtung.

Allgemein ist hier zu bemerken, dass zur Reinigung des Loches vom Bohrmehl nicht der Löffel angewendet werden kann, sondern hierzu der Krätzer gebraucht wird, eine an einer Stange befindliche, rechtwinkelig gegen dieselbe gestellte Kelle.

aa. Bei direkter Anwendung von Menschenkraft ist die Methode ähnlich der für die Sprengarbeit, der Durchmesser ist dann nicht leicht über 52 bis 65 Millimeter, die Tiefe kaum über einige Meter. Unmittelbar vor Ort und etwas weiter rückwärts werden zwei Spreizen horizontal zwischen die Streckenstösse gekeilt und erhalten halb cylinderische Aushöhlungen, welche zur Führung des Bohrers dienen; die Ortsspreize wird fortgenommen, wenn das Loch 26 bis 30 Centimeter tief ist, später auch die andere, weil dann der Bohrer durch die Wände des Lochs genugsam geführt ist; man lässt die Spreizen beide nur dann liegen, wenn man beim Anbohren alter Wasser das Herausschleudern des Bohrers verhindern will, was dadurch geschieht, dass man den Bohrer mit einem losen Ring versieht, der durch Ketten an den Spreizen festgehalten wird, und dass man ausserdem ein Bündel an die Bohrstange anschraubt, mit dem sie beim etwaigen Zurückschleudern an die vordere Spreize sich anlehnt. Die Bohrstange erhält einen Krückel, an dem ein Mann umsetzt, während ein oder zwei Mann mit dem Fäustel schlagen.

bb. Zur Vermittelung der Menschenkraft auf den Bohrer hat man auch Rammen gebraucht, welche horizontal auf einer Bahn oder auf Rollen von den Arbeitern vor- und rückwärts gestossen werden, während ein Mann, wie vorher, das Umsetzen besorgt.

cc. Die Harzer Maschine, welche ausser zum Vorbohren zugleich zum allmäligen Abzapfen der Wasser eingerichtet, wurde von Friedrich auf dem Andreasberg im Harz benutzt; sie ist im Detail beschrieben von Villefosse[213]). Die Bohrstange geht durch eine Röhre, welche durch eine

[213]) Héron de Villefosse über den Mineralreichthum, deutsch von Hartmann, Sondershausen. 1822. Bd. 2. S. 209.

Stopfbüchse geschlossen ist und mit ihrem Ende in das Gestein hineinragt und welche in einem an einer Spreize befestigten Ringe hängt, ausserdem fest gegen den Ortsstoss verspreizt ist. Die Bohrstange ist an ihrem rückwärts belegenen Ende in einem Gerüste aufgelagert und geführt, und hängt in Ketten, welche bei einem plötzlichen Durchbruch der Wasser das Zurückschleudern verhindern sollen. Ein Stück der Bohrstange ist mit Wülsten oder Scheiben versehen, in welche eine mit dem unter dem Gestänge belegenen Schwengel verbundene und vertikal gegen den horizontalen Schwengel stehende Gabel eingreift. Der Schwengel wird durch Arbeiter niedergedrückt, durch ein Gegengewicht wieder gehoben; durch die letztere Bewegung schlägt die Gabel gegen die Scheibe und bewirkt so den Stoss des Meissels auf das Gebirge. Die Drehung wird mit der Hand mittelst eines Schraubenschlüssels hervorgebracht.

dd. Dégoussée[214]) hat eine Schlagvorrichtung zum horizontalen Bohren über Tage angewendet, die darauf beruht, dass der Bohrer mittelst eines Haspelseils zurückgezogen wird, während ein Fallgewicht, welches mittelst eines anderen Seils mit dem Bohrer in Verbindung steht, den Bohrer wieder vortreibt und den Schlag ausübt. Das Haspelseil greift in einen Haken am Kopf der Bohrstange, das Fallgewicht ist mit einem Ende am Gestell vor der Bohrlochsbrüstung befestigt, geht über eine Rolle am Kopf der Bohrstange und trägt am anderen Ende das Gewicht, während es im Uebrigen durch Leitrollen geführt wird. Das Umsetzen erfolgt durch einen Arbeiter. Dégoussée soll mit dieser Vorrichtung Löcher von 47 Meter Tiefe gebohrt haben, wobei das Gewicht 500 bis 600 Kilogramm schwer war und einen Fall von 52 Centimeter gestattete. Dieselbe Vorrichtung ist auch in der Grube anwendbar.

2. Seiger aufwärts.

Das Bohren in der Richtung seiger aufwärts, welches stossend sehr selten vorkommen wird, kann mit einem ganz ähnlichen Apparat, wie der zuletzt erwähnte, ausgeführt werden. Das Zurückziehen des Bohrers erfolgt hier entweder auch durch Haspel oder durch Menschenkraft, während der Vorstoss gleichfalls durch ein Fallgewicht bewirkt wird, dessen Seil über Rollen geführt ist.

Auf den Braunkohlengruben bei Halle a. d. S. bohrt man derartige Firstenbohrlöcher in dem aus Sand und sandigem Mergel bestehenden Hangenden stossend mittelst Schwengel und Meisselbohrer. Der Schwengel ist 2,825 Meter lang, wobei der Kraftarm zum Lastarm im Verhältniss von 2 : 1 steht, und liegt in einer 1,25 Meter hohen Bohrdocke, in welcher er höher oder tiefer mittelst des Zapfenbolzens angebracht wird, wodurch man die Hubverstellung bewirkt; der Meissel hat eine dreieckige Form, seine grösste Breite ist 24 bis 30 Centimeter, die beiden Seiten der Schneide

214) Dégoussée a. a. O. S. 221.

sind 16 Centimeter lang. Das Gestänge ruht in einer eisernen Pfanne am Schwengelkopfe und wird mittelst Schraubenschlüssel gedreht. Man bohrt mit diesem Apparat in 12stündiger Schicht 14 bis 16 Meter, wobei 1 Bohrmeister und 2 Arbeiter beschäftigt sind.

3. In geneigter Richtung.

Das stossende Bohren in geneigter Richtung aufwärts oder abwärts wird gleichfalls sehr selten vorkommen. Man hat dazu ein Gerüst in der Neigung des Bohrlochs als Leitung nöthig und kann dann, wie beim horizontalen Bohren arbeiten. Der Grad des Fallens wird zu entscheiden haben, ob man einen Schwengel anwenden kann, und wie derselbe aufzustellen ist, auch ob bewegliche Zwischenstücke anzubringen sind, um den vertikalen Schwengelhub in den geneigten zu verwandeln.

b. Drehendes Bohren.

Die Einrichtungen unterscheiden sich nicht von denen beim stossenden Bohren, nur muss man andere Meissel anwenden.

Von besonderer Wichtigkeit aber ist die Herstellung von Wetterbohrlöchern und das Abbohren von Wassern in der Steinkohle z. B. auf den Bergwerken bei Saarbrücken, in Westfalen[215]). An ersterer Stelle, auf der Steinkohlengrube Reden, benutzte man zum Abbohren von Wassern einen Schlangenbohrer mit gezahnter Schneide zum Bohren eines 21 Centimeter weiten Loches, der Bohrer war 78 Centimeter lang und an 33 Millimeter starkes Gestänge geschraubt. Der Effect sank mit zunehmender Tiefe, so dass man bei 22 Meter Tiefe schon einen vierten Arbeiter zum Drehen anlegen musste; deshalb schraubte man an die Schneide eine 20 Millimeter hervorstehende Mittelspitze, mit welcher ein 52 Millimeter weites Loch vorgebohrt wurde, wodurch die Leistungen sich besserten.

Zum Aufwärtsbohren Behufs Herstellung von Wetterdurchhieben[216]) benutzte man Schneckenbohrer mit dreispitziger Schneide für Löcher von 24 Centimeter, mit mehrspitziger Schneide für Löcher von 40 Centimeter Durchmesser, wobei die Mittelspitze vor den übrigen hervorragt; die Schneide wurde aus einer 20 Millimeter starken Gussstahlplatte gearbeitet. Der Bohrer ist an die Bohrstange angenietet, die Stangen sind 39 Millimeter stark und 1 bis 3 Meter lang, sie werden durch Muffen und Schliessbolzen miteinander verbunden. Das Feststellen und Andrücken des Bohrers mit dem Gestänge erfolgt durch eine etwa 1,25 Meter lange Schraubenspindel, welche mit dem Gestänge durch Schliesskeil verbunden wird; die Spindel geht durch eine auf einer Spreize festruhende Mutter. Zwischen der Schraubenspindel und dem Gestänge ist eine Rutschbohrdrehvorrichtung

215) Zeitschr. f. H.- u. S.-Wesen Bd. 6A. S. 92.
216) Ebenda. Bd. 6A. S. 94.

angebracht, wie sie in Schlossereien und Schmieden vielfach zu sehen ist, und mit welcher die Drehung des Bohrers bewirkt wird, der Schwengel hat dabei nur einen kleinen Peripheriewinkel zu durchlaufen; das Sperrrädchen sitzt fest auf der Stange, die Feder gleitet über die Zähne desselben, wenn der Schwengel gehoben wird, sie greift aber in die Zähne ein, wenn der Schwengel gesenkt wird und bewirkt auf diese Weise eine Drehung des Rädchens und mit ihm der Bohrstange und des Bohrers. Gleichzeitig mit dieser Drehung geht auch die Schraubenspindel vorwärts, sie macht bei einer vollen Drehung des Sperrrades eine Fortbewegung von $4^1/_3$ Millimeter, um welche der Bohrer mit ihr in die Kohle eindringt. Mit dem 24 Centimeter breiten Bohrer bohrten 2 Mann in der achtstündigen Schicht aufwärts 3,661 Meter, wobei sie aber das Aufstellen des Gerüstes nicht besorgen; die Leistung stieg auf 6,277 Meter in der Schicht, als man die Schraubenspindel von der Bohrstange unabhängig machte und dieselbe doppelt so schnell mittelst einer Kurbel drehte und auf diese Weise während einer Umdrehung des Bohrers ihn $8^2/_3$ Millimeter vorschob; man machte die Wahrnehmung, dass ein Vorschieben von 13 Millimeter zu stark war. Wenn das Bohrloch eine Neigung von 40 Grad und mehr hat, rieselt das Bohrmehl von selbst heraus; dagegen muss man beim Abwärtsbohren auskratzen, wodurch viel Aufenthalt entsteht. Eine Verbesserung des Apparats hat man noch dadurch bewirkt, dass man die auf der Spreize sitzende Mutter um zwei Zapfen in der Verticalebene drehbar machte, damit sich dieselbe leichter in die Richtung der Bohrstange einstellt.

Auf der Zeche Bickefeld in Westfalen[217]) benutzte der Erfinder, Fahrsteiger Eckhardt zu Hörde, verschiedenartig geformte Kreuzmeissel, welche alle darauf basirten, dass das Loch absatzweise gebohrt wurde, indem eine Spitze vorbohrte und die Schneiden nach vorn breiter wurden; die Löcher erhielten 15 bis 21 bis 31 Centimeter Durchmesser; das Gestänge war mit dem Bohrer durch Schrauben verbunden. Festgelegt wurde das Gestänge durch eine gewöhnliche Wagenwinde, deren Zahnstange in die Achse des Bohrlochs gestellt und welche durch Spreizen befestigt wurde. Zwischen der Wagenwinde und dem Gestänge war eine Stellschraube eingeschaltet, welche mit einem Rade in Verbindung steht; durch Drehung des Rades wurde nicht nur die Drehung der Bohrstange und des Meissels bewirkt, sondern auch das Fortrücken der Stellschraube und somit des Meissels. Bei starker Neigung entfällt das Bohrmehl von selbst dem Loche; bei schwächerer Neigung wurde unmittelbar vor dem Meissel ein unten geschlossener Blechcylinder fest auf das Gestänge aufgekeilt, welcher das Bohrmehl aufnahm und zugleich als Leitung diente. Mit diesem Apparat bohrten 2 Mann bei mittlerer Festigkeit der Steinkohle und bei schwach geneigten Flötzen in der achtstündigen Schicht 3 Meter und besorgten dabei die Aufstellung der Vorrichtung; bei stark geneigten Flötzen, wo das Aus-

[217]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 8 A. S. 200.

räumen des Bohrmehls nicht erforderlich war, stieg die Leistung auf das Doppelte.

Auch auf anderen Gruben des westfälischen Bezirks hat man diese und ähnliche Vorrichtungen[218]) zur Herstellung und Vorbereitung von Wetterdurchhieben benutzt. Bei der von dem Obersteiger Hilgenstock zu Hörde angegebenen Vorrichtung wird die Bewegung an einer Kurbel hervorgebracht und durch zwei konische Räder auf die Stellschraube und die Bohrstange übermittelt; bemerkenswerth dabei ist, dass das Bewegungsrad hier nicht vor- und rückwärts geschoben wird, vielmehr über eine an ihm angebrachte Nase die Stellschraube in einer Nute vorwärts gleitet. — Das Streben zur Vermeidung der Wetterüberhauen, welche viel theurer als Wetterbohrlöcher und dabei für den späteren Abbau wegen ihres leichten Zusammenbrechens unzweckmässiger, besonders aber von grosser Gefahr beim Vorhandensein von schlagenden Wettern sind, hat zu mancherlei anderweitigen Constructionen geführt, mit welchen man im Stande ist, einen Kohlenpfeiler von 9 bis 10 m Mächtigkeit mit einem Wetterbohrloch von 250 mm Weite in ein bis höchstens anderthalb 8stündigen Schichten zu durchbohren. Dahin gehören die Bohrmaschinen von Wegge und Pelzer[219]), von Munscheid[220]), mit welcher Löcher von 520 mm Weite gebohrt werden können, von Heintzmann und Dreyer[221]), Rosenkranz[222]). Diese Bohrapparate stehen zu dem beregten Zweck der Durchbohrung von Wettercommunicationen durch Kohlenpfeiler in Westfalen und anderen Revieren in ausgedehnter Anwendung.

[218]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 11 A. S. 264.

[219]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1879. S. 72. — Glückauf. Essen 1878. No. 92. 94. 104. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 27 B. S. 257. Bd. 28 B. S. 238; Bd. 29 B. S. 239. — Dingler polyt. Journal. Bd. 234. S. 181. — Zeitschr. des oberschles. berg- u. hüttenm. Vereins 1879. S. 55.

[220]) Glückauf. Essen 1878. No. 104. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 27 B. S. 256; Bd. 28 B. S. 237; Bd. 29 B. S. 239.

[221]) Glückauf. Essen 1878. No. 100.

[222]) Glückauf. Essen 1879. No. 83. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 28 B. S. 238; Bd. 29 B. S. 239.

DRITTER ABSCHNITT.

Die Hauerarbeiten und das Gezähe.[1])

Die Gewinnungsarbeit einer Masse hängt ab: 1. von deren Zusammenhalt, 2. von ihrer Härte, welche oft bedingend für den Zusammenhalt ist, 3. von der Elasticität (Pelzigkeit), wodurch das darauf wirkende Gezähe oft zurückgeworfen wird, z. B. beim Glimmerschiefer, 4. von der Zerklüftung, welche ein überaus wesentliches Moment für die Arbeitsführung ist, 5. von der Verwitterbarkeit, 6. unter Umständen von der Auflöslichkeit im Wasser. Mit Ausnahme etwa der letzten beiden Punkte combiniren sich die übrigen Momente mannigfach, weshalb es am besten ist, die alte Eintheilung der Massen von Werner beizubehalten, nämlich:

1. rollig oder schüttig; es sind dies lockere und lose Massen, sowie diejenigen, welche fast keinen Zusammenhalt besitzen, wie Sand, Torf; dieselben werden schwimmend bei Gegenwart von Wasser;
2. milde, wie Lehm, Thon, Schieferthon, Steinkohle;
3. gebräch oder geschmeidig, wie nicht zu fester Thonschiefer, Kalkstein, Sandstein mit vorwaltend thonigem Bindemittel, milder Gneis u. a. m.;
4. fest, wie Grauwacke, kieselige Sandsteine, überhaupt mit viel Quarz gemengte Gebirgsarten;
5. höchstfest, wie reiner Quarz, Hornstein, viele frische Porphyre, Granit, mancher Gneis, quarzige Conglomerate, Erzmassen, wie z. B. Schwefelkies, Kupferkies u. a. m.

Auf die Gewinnungsarbeit sind ferner von Einfluss die Gestalt und Grösse, in welcher die Massen gewonnen werden sollen, minder wichtig sind die Gestalt und Grösse der Räume, in welchen die Arbeit zu verrichten ist, die Geschicklichkeit der Arbeiter, locale Verhältnisse, vorhandene Materialien.

Die Gewinnung geschieht:

1. Durch Handarbeit allein,

[1]) Gaetzschmann: die Lehre von den bergm. Gewinnungsarbeiten. Freiberg 1846.

2. mit Anwendung des Pulvers oder ähnlicher Hilfsmittel,
3. mit Anwendung des Feuersetzens,
4. mit Anwendung des Wassers, welches ausdehnend, auflösend oder auslaugend, fortschaffend wirkt,
5. durch Maschinen mit oder ohne Handarbeit.

A. Handarbeit.

Die Gewinnungsarbeiten mit der Hand lassen sich unter folgende Rubriken bringen:

I. Wegfüllarbeit,
II. Keilhauenarbeit,
III. Arbeit mit Schlägel und Eisen,
IV. Hereintreibearbeit,
V. Bohren und Schiessen,
VI. Feuersetzen,
VII. Arbeit mit Zuhilfenahme des Wassers.

Dieselben kommen vielfach combinirt vor und sind mit Ausnahme der Schiessarbeit, welche frühestens seit 1613 eingeführt wurde und auf die übrigen zurückwirkte, von Alters her bekannt.

I. Wegfüllarbeit.

Die Wegfüllarbeit ist die Gewinnungsmethode für Massen:

a. ohne allen Zusammenhang,
b. mit nur sehr geringem Zusammenhang,

also für Anhäufung von Mineralmassen aller Art und dient auch bei der Förderung der anderweitig losgewonnenen Massen; dahin ist auch zu rechnen das Stechen des Torfes, die Gewinnung der See- und Morasterze, welche unter Wasser liegen.

Die Gezähe bei der Gewinnung der Massen ohne allen Zusammenhang sind:

1. die Schaufel,
2. der Handbagger (Schlamm- oder Fangschaufel, Fangnetz),
3. die Kratze,
4. der Bergtrog,
5. die Gabel,
6. der Kräll oder Kräl,

für die Massen mit geringem Zusammenhang:

7. der Spaten.

1. Die Schaufel.[2]

Das Blatt der Schaufel wird aus hart geschlagenem Schwarzblech oder aus Stahlblech gefertigt, wobei darauf zu achten ist, dass zu beiden

[2]) André: a practical treatise on coal mining. London 1875. p. 124.

Seiten der Mittellinie eine symmetrische Bearbeitung stattfindet, damit das Blatt auf beiden Seiten von der Masse gleichmässig belastet ist. Die Gestalt des Blattes ist in den einzelnen Gegenden verschieden, bald unten scharf kantig, bald abgerundet; die Grösse desselben richtet sich nach dem specifischen Gewicht der wegzufüllenden Masse. An dem Blatte sitzt ein Hals mit einer Tülle, in welche der Stiel gesteckt wird; der Winkel zwischen Blatt und Hals ist mehr oder weniger stumpf. Der Stiel ist rund, am unteren Ende etwas gebogen, damit der Arbeiter sich weniger bücken braucht; in dem Halse wird derselbe durch Nägel und Holzkeile befestigt.

2. Die Schlamm- oder Fangschaufel.

Die Schlamm- oder Fangschaufel dient zum Herausholen von Massen weicher oder schlammiger Beschaffenheit unter Wasser; sie ist der eigentlichen Schaufel gleich, nur steht meist das Blatt in stumpferem Winkel, als bei jener, gegen den Stiel. Oft hat man statt des Blattes nur eine vierzinkige Gabel, oder einen schneidenden eisernen Ring, welcher die Masse losschneidet, und darunter ein Sieb oder Netz, in welchem die Masse aufgenommen und ausgehoben wird.

3. Die Kratze.

Die Kratze (Krückenkratze) hat gleichfalls ein eisernes, gebogenes Blatt, welches rechtwinkelig gegen den Hals steht, in dessen Tülle der Helm (Stiel) gesteckt wird. Das Blatt ist an seiner Vorderkante, mit welcher es in die Massen eindringt, geradlinig oder öfter concav; ein herzförmiges Blatt (Spitzkratze) wird wohl auf Bergwerken bei Siegen angewendet, ist aber weniger verbreitet. Ob man die Kratze oder die Schaufel benutzt, hängt theils von der Vorliebe der Arbeiter, theils von dem Korne der Massen und von der Höhe der Räume ab.

4. Der Bergtrog.[3])

Wenn mit der Kratze gearbeitet wird, so füllt man die Masse unmittelbar in den Bergtrog. Derselbe ist muldenförmig aus Holz gehauen oder aus fünf Brettchen zusammengesetzt, welche durch Eisenbänder gehalten werden, auch die muldenförmigen Tröge sind unten mit Bandeisen beschlagen und bei hartem Haufwerk auch oben benagelt. Auf den Gruben bei Freiberg hat man jetzt ausschliesslich Tröge von Eisenblech. In allen Fällen sind sie mit Handhaben versehen. Ausser den Trögen gebraucht man auch ähnlich geformte, geflochtene Körbe.

5. Die Gabel.

Die Gabel hat zwei krumm gebogene Zinken und sitzt mit dem Halse in der Achse des Stiels; sie dient zum Heranziehen von grösseren Stücken,

[3]) Ottiliä: Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 8B. S. 315.

wie Geschieben im Abraum oder von Kohlenstücken, welche bei anderer Gewinnungsart, namentlich aber beim Holzrauben, brechen; zu letzterem Zwecke muss der Stiel sehr lang sein.

6. Der Kräl.

Der Kräl oder Kräll ist wie die Kratze geformt, hat aber statt des geschlossenen Blattes ein rechenförmiges mit 4 Zinken. Auch dieses Instrument dient als Hilfsgezähe bei anderen Gewinnungsarbeiten, namentlich beim Abbau mächtiger Steinkohlenflötze und von Steinsalz.

7. Der Spaten.

Der Spaten hat ein 157 bis 183 Millimeter breites, 183 bis 235 Millimeter hohes Blatt aus Schwarzblech, auch aus Stahlblech, ist entweder rechteckig oder trapezoidal geformt und in der Mitte leicht gewölbt; die Achse fällt mit der des Stiels zusammen, an dem das Blatt mittelst Hals und Tülle befestigt ist. Ausser diesen einschneidigen Spaten hat man auch zweischneidige, unter Umständen dreischneidige bei der Torfgewinnung im Gebrauch.

Man hat Versuche gemacht zum Wegfüllen auch Maschinen zu verwenden, so z. B. bei dem Tagebau des Bleierzbergwerks Meinerzhagen bei Commern in Rheinpreussen, wo man zum Abräumen der auf den Knottenerzsandsteinschichten lagernden Sand-, Thon- und Gerölledecken eine amerikanische locomobile Grabemaschine[4]), von 8 Pferdekräften mit 235 Millimeter weitem Cylinder und stehendem Röhrenkessel benutzte; man ist indess bald wieder davon abgegangen, weil die Resultate den Erwartungen nicht entsprachen. Zum Auflockern der Erdmassen hat man auch Grabenpflüge gebraucht, welche von stehenden Maschinen hin- und hergezogen werden, so im Haspelmoor, einem dem bairischen Oberpostmeister Exner gehörenden Torfstich.

II. Keilhauenarbeit.

Die Keilhauenarbeit ist zunächst für mildes Gestein bestimmt, dient aber auch bei festeren Massen zur Vor- und Nacharbeit; sie ist wahrscheinlich sehr alt und wurde anfänglich mit einer Keilhaue aus Kupfer (Bronce) ausgeführt, an dessen Stelle natürlich später Eisen und Stahl getreten ist.

a. Das Gezähe.

1. Die einfache Keilhaue.[5])

An der einfachen Keilhaue hat man ausser dem Helm zu unterscheiden: Blatt, Spitze (Oertchen), Auge. Das Blatt wird aus gutem Eisen gefertigt,

[4]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 8A. S. 176.

[5]) André a. a. O. p. 127.

erhält einen rechteckigen Querschnitt, der am besten mehr hoch als breit ist, und als äussere Begränzungslinien einen Bogen, welcher seinen Mittelpunkt in dem Ellenbogen oder auch in der Achsel des die Keilhaue führenden Arbeiters hat; von diesem Bogen weicht man aber vielfach ab, da man entweder die untere Kante ganz geradlinig oder auch die obere Kante stärker gebogen macht, immer aber muss man das Blatt so gestalten, dass der vorerwähnte Bogen innerhalb des Blattes fällt, und dass auch die Spitze in diesem Bogen liegt; fehlerhaft ist eine zu grosse Krümmung wie z. B. bei der englischen Doppelkeilhaue, wo der Krümmungsmittelpunkt im Handgelenk des Arbeiters liegt. Die Länge des Blattes beträgt 200 bis 300 Millimeter, steigt aber auch bis 400 Millimeter und fällt bis 100 Millimeter; das Gewicht schwankt in der Regel zwischen 1 bis 3 kg, steigt aber auch bis 4 kg und fällt bis $^5/_8$ kg.

Die Spitze (das Oertchen) darf nicht zu lang ausgezogen sein, weil sie sonst nicht stabil genug ist, und muss mit scharfen Kanten versehen sein; während das Blatt im Uebrigen ziemlich gleichmässig breit ist, werden die letzten 75 bis 100 Millimeter zur Spitze ausgezogen, welche in die Mittellinie des Blattes oder besser ein wenig unter dieselbe gestellt wird. Die Spitze wird aus Stahl gefertigt, der in das eiserne Blatt eingelegt wird, da die Herstellung des ganzen Blattes aus Stahl überflüssig ist, weil dasselbe nach wiederholtem Schärfen zu kurz werden würde und also dann beseitigt werden müsste; für hartes Gestein muss man den Stahl beim Schärfen blau, für milde Massen gelb anlaufen lassen. Selten hat man, wie auf den Steinkohlengruben bei Dresden, statt der Spitze eine $3^1/_4$ Millimeter im Quadrat grosse Fläche. Zweispitzige Keilhauen hat man auf den Steinkohlengruben bei Saarbrücken[6]) mit vielem Vortheil angewendet, während dieselbe Construktion auf den oberschlesischen Steinkohlengruben[7]) bald wieder abgeworfen wurde. Dagegen hat man sie neuerdings in Westfalen beim Schrämen mit gutem Erfolge eingeführt[8]). Statt der Spitze hat man auch wohl eine kleine scharfe Schneide angebracht; steht dieselbe rechtwinkelig zum Helm, so geht die Keilhaue in die Breithaue über, steht sie parallel zum Helm, so nähert sie sich der Axt.

Das Auge, mit welchem die Keilhaue auf den Helm aufgesteckt wird, richtet sich in seiner Gestalt einigermassen nach dem Zweck der Keilhaue, nach deren Gewicht und der erforderlichen Stärke des Helms. Runde Augen sind verwerflich, weil darin der Helm am wenigsten fest sitzt und ein zu starker Absatz gegen das Blatt gebildet wird, besser ist eiförmig, länglich viereckig, am besten trapezoidal, fast in einer Schärfe nach dem Blatte zu auslaufend, oder einem sphärischen Dreiecke ähnlich, wie in Schlesien. Für Keilhauen zur Führung eines niedrigen Schrams muss man dafür Sorge

[6]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 6 A. S. 92. Bd. 7 A. S. 85.

[7]) Ebenda. Bd. 8 A. S. 175.

[8]) Ebenda. Bd. 16 B. S. 309.

tragen, dass sich das Auge ohne Absatz an das Blatt anlegt. Die Rückseite des Auges, den Nacken, verstärkt man durch Auflegen einer Stahlplatte, um Schläge damit ausführen zu können; auch findet man zu gleichem Zweck eine fäustelförmige Fortsetzung des Auges auf den Saarbrücker Gruben, eben da auch eine Fortsetzung in eine kurze Keilhaue, welche dazu dient, festere Einlagerungen in dem Schram, z. B. Eisensteinnieren in der Kohle, zu beseitigen. Die Höhe des Auges nimmt man nicht leicht unter 52 Millimeter, steigt bis 65 und 78 Millimeter, wobei man den oberen Rand mit dem des Blattes zusammenfallen lässt, während unterhalb des Blattes sich das Auge zu einem Bart verlängert, der zur besseren Befestigung des Helms gereicht.

Der Helm steht rechtwinkelig zum Blatt, eine Ausnahme hiervon findet sich beim österreichischen Salzbergbau. Er wird in der Regel aus Eschenholz gefertigt, auch aus Eichenholz, doch soll das letztere in der Hand des Arbeiters ein brennendes Gefühl veranlassen. Am besten, weil am bequemsten in der Hand liegend, wird ein länglich runder Querschnitt des Helms gewählt, unzweckmässig ist ein kreisrunder Querschnitt. Die Stärke des Helms ist der ganzen Länge nach gleichmässig, doch macht man den Helm bei der Keilhaue im Manfeld'schen unten stärker, um sie bei der Schramführung nicht zu leicht aus der Hand rutschen zu lassen. Unmittelbar unter dem Blatt bleibt der Helm zweckmässig etwas stärker, als in dem übrigen Theil, den dadurch gebildeten Ansatz nennt man Kropf, der am besten nach der Seite des Blattes liegt.

Die Befestigung des Blattes auf dem Helm, das Bestecken, erfolgt dadurch, dass man das Blatt mit dem Auge auf dem Helm schiebt und durch hölzerne, auch eiserne, in das Hirnholz des Helms getriebene Keile festhält. Auch benutzt man dazu Federn von dünnem Bandeisen, welche angenagelt werden, auch legt man um die Feder noch wohl einen eisernen Ring. Wo die Keilhauen schnell abgenutzt werden, empfiehlt sich die letztere Verbindungsart nicht, weil sie eine schnelle Lösung des Blattes vom Helm nicht zulässt.

Um eine geringere Zahl von Helmen nothwendig zu haben, hat man den Vordertheil des Blattes von dem hinteren getrennt hergestellt. Derartige Keilhauen sind früher schon angewendet bei dem Steinsalzbergbau zu Dieuze[9]), in einem Dachschieferbruch an der Mosel[10]), sowie neuerdings auf der Steinkohlengrube Concordia bei Oberhausen[11]). Jetzt findet man sie ihrer Vortheile wegen in allen Bergrevieren in Benutzung[12]). Die etwa 157 Millimeter langen Gussstahlspitzen sind an ihrem hinteren Ende

[9]) Gaetzschmann a. a. O. S. 136.

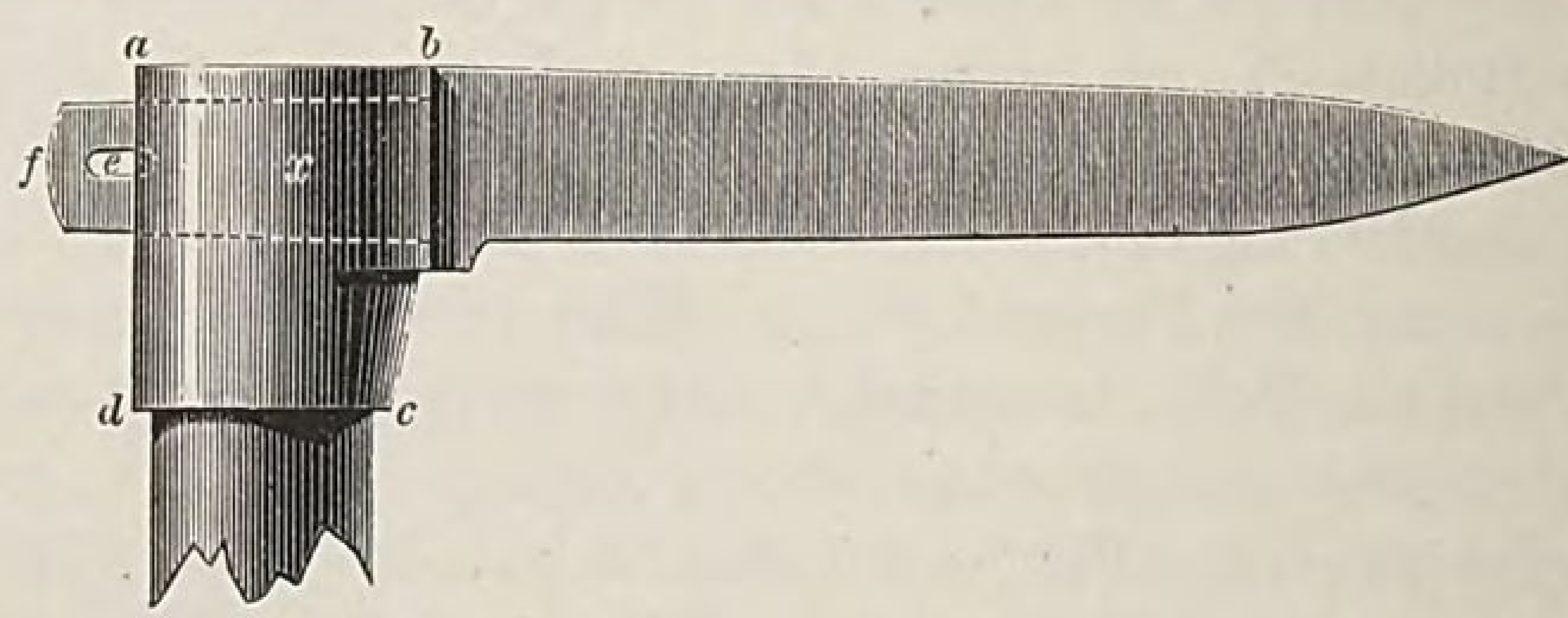
[10]) Allg. berg- u. hüttenm. Zeitg. v. Hartmann. Quedlinburg 1861. S. 64.

[11]) Dingler polyt. Journ. 1866. Bd. 181. S. 234.

[12]) Glückauf. Berg- u. hüttenm. Zeitung für den Niederrhein und Westfalen. Essen 1869. No. 2. 33. 45. — Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen im preuss. Staate. Bd. 16B. S. 308. Bd. 20B. S. 347.

anfänglich quadratisch oder auch cylinderisch hergestellt worden und passten mit demselben in ein entsprechendes Loch des Keilhauenblattes, in welchem sie durch ein Schräubchen festgehalten wurden. Durch diese Befestigung fand man nicht das Bedürfniss, den Zapfen der Spitze und das Loch des Blattes genau passend zu machen, was zur Folge hatte, dass beim Arbeiten die Keilhaue leicht schlotterig wurde. Nach dieser Wahrnehmung macht man jetzt den Zapfen konisch, nach hinten convergirend und das Loch im Blatte ganz genau dem Zapfen passend, lässt aber die Schraubenbefestigung fort; beim Arbeiten mit der Keilhaue wird der Konus der Spitze in das Loch des Blattes eingetrieben und dadurch eine vollständige Stabilität erzielt, welche so weit geht, dass häufig das Lösen der Spitze aus dem Blatte nur schwierig zu bewirken ist. Das Oertchen der Spitze wird, je nachdem die Keilhaue zum Schrämen oder Kerben, in weichem oder hartem Gestein benutzt werden soll, geschärft. Der wesentliche Vortheil solcher Keilhauen besteht darin, dass der Hauer nur eines Keil-

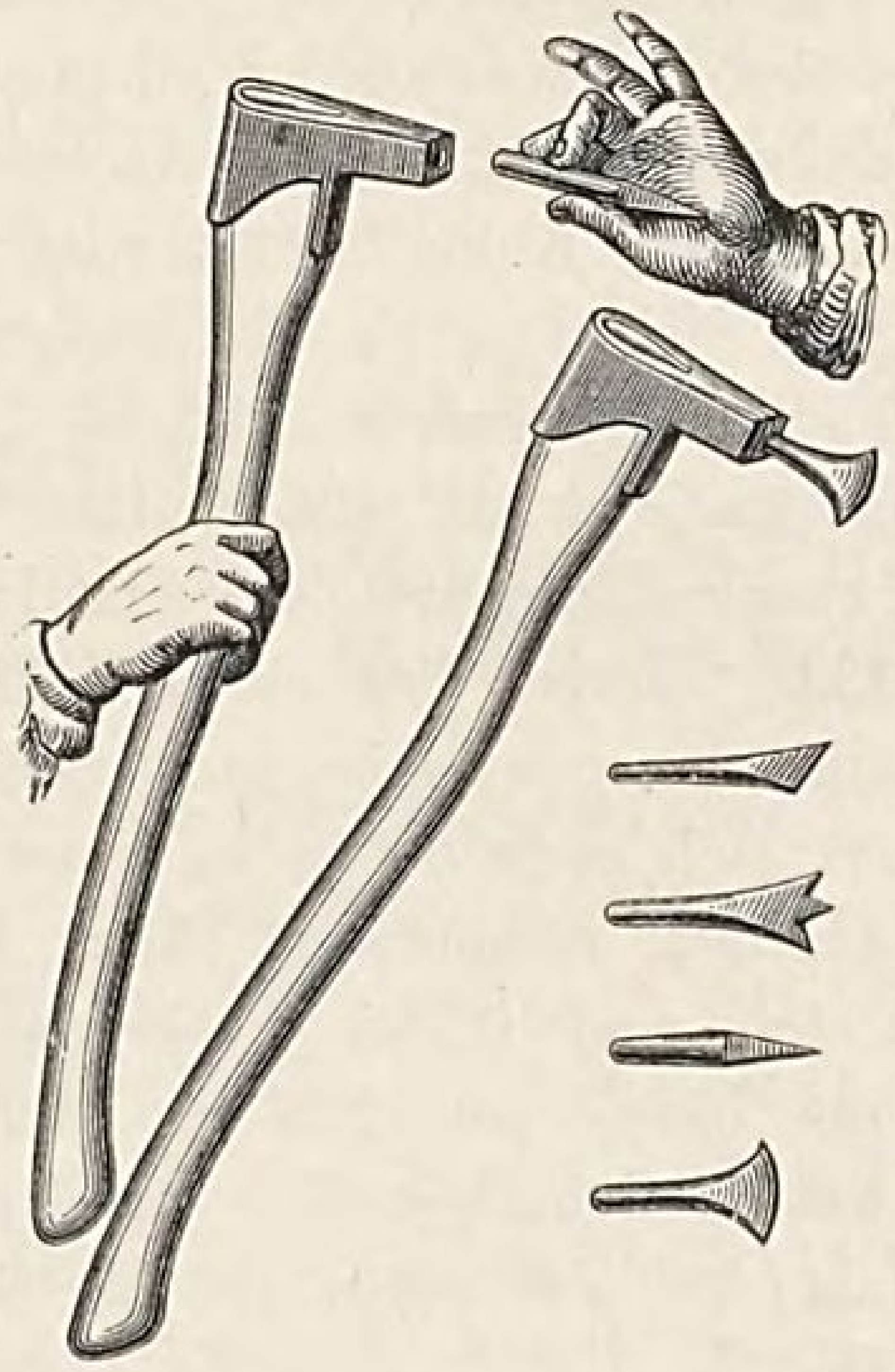
Fig. 131.



hauenhelms mit Blatt bedarf, welchen er vor Ort liegen lässt, während er eine Zahl von Spitzen für jede Schicht mitbringt und leicht transportiren kann, indem die Zapfen aller Spitzen in das Loch ein und desselben Blattes passen; auch das ist ein Vortheil, dass der Stahl, auch wenn er als Keilhauenspitze nicht mehr dienen kann, anderweitig noch verwerthbar ist, während die alten Keilhauenblätter mit eingelegter Stahlspitze nur als altes Eisen zu gebrauchen sind. Die Keilhauen führen aber den Nachtheil, dass sie ein wenig schwerer, als gewöhnliche Keilhauen sind, dass man sich ihrer zum Wuchten und als Hammer nicht bedienen kann. Sie stehen in Westfalen, in Oberschlesien und an anderen Orten in ausgedehnter Benutzung, auch beim mansfeldischen Kupferschieferbergbau, doch wird hier nicht die Spitze allein, sondern das ganze Blatt eingesetzt. Auch hier besteht die Keilhaue aus zwei Theilen: aus dem Helm mit dem Oehr und dem Blatte. Das auf dem Helm heiss aufgetriebene Oehr abcd, Fig. 131, hat am Nacken und an der Blattseite eine länglich rechteckige Oeffnung, welcher entsprechend der Helm nach dem Auftreiben des Oehrs durchlocht wird bei x. Das Blatt ist von den sonst gebräuchlichen nicht verschieden, hat aber an seiner hinteren Seite einen dem Loche x entsprechenden Zapfen f, mit welchem es in das Loch x gesteckt wird. Da das Loch x

und der Zapfen f nach der Nackenseite verjüngt sind, so schlägt sich das Blatt beim ersten schwachen Hiebe in das Oehr fest, so dass das Loch e, durch welches ein Splint behufs des Festhaltens des Blattes gesteckt werden soll, für diesen Zweck überflüssig ist; dasselbe wird nur benutzt, mehre Keilhauen beim Transport, wie die Eisen auf dem Eisenriemen, aufeinander zu reihen. Oehr sowohl, wie Blatt sind aus Gussstahl gefertigt. Diese Keilhauen sind zwar etwas schwerer und theuerer, als die gewöhnlichen, aber sie haben den Vortheil, dass der Hauer nur einen, höchstens zwei Helme vor Ort nöthig hat, dass jeder Hauer seine 5 bis 6 Blätter, von denen er 3 bis 4 in der Schicht gebraucht, bei sich führen kann, also die

Fig. 132.



Schachtförderung entlastet wird, dass beim Schärfen die Helme nicht verbrannt werden und das Schärfen selbst bequemer ist; neben diesen Vortheilen, welche die Mansfelder Einrichtung mit den sonst angewendeten Spitzen zum Einsetzen in das Blatt theilt, hat sie den Vortheil, dass die Loslösung des Blattes einfacher erfolgt, indem ein nicht allzu starkes Aufschlagen des Nackens genügt, um das Blatt frei zu machen.

Andrerseits hat man die Einrichtung getroffen, den verschiedenen Einsatzspitzen aus Gussstahl verschiedene Schneiden (Fig. 132) zu geben, um in jedem Augenblick eine dem Schram entsprechende Spitze anwenden zu können. Die Spitzen sind mit schwach konisch geformtem Einsatz versehen, mit welchem sie in das Keilhauenblatt eingreifen und durch die ersten Schläge bei der Arbeit sich festkeilen, während sie eben so leicht wieder ausgewechselt werden können[13]).

[13]) Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins für Steiermark u. Kärnthen. Klagenfurt 1877. S. 211.

2. Die Doppeltkeilhaue.

Die Doppeltkeilhaue (Schneidhammer, Zweispitz) ist in England verbreitet. Dieselbe hat ein doppeltes Blatt, also auf jeder Seite des Helms eine Spitze, sie liegt besser in der Hand, wirkt aber weniger, da das Doppeltblatt durchschnittlich nicht mehr Gewicht hat, als das einfache, also niedriger und schwächer ist. In neuerer Zeit ist dieselbe auch auf einigen westfälischen Gruben zur Benutzung gelangt[14]). Man hat dieselbe auch so hergestellt, dass das Blatt vom Helm leicht gelöst werden kann, so dass auch hier der Vortheil erreicht ist, die Blätter unabhängig vom Helm zum Schärfen transportiren zu können. Auf der Königsgrube in Oberschlesien haben sich aber diese versuchsweise angewendeten Keilhauen wegen ihrer Schwere, namentlich auch wegen Fehlen des Nackens, der zum Beklopfen des Gesteins und der Kohle nothwendig ist, nicht einbürgern können. Dagegen scheinen sie anderwärts, wie z. B. bei dem Eisensteinbergbau in Steiermark, Eingang gefunden zu haben[15]).

Fig. 133.



Eine eigenthümliche Art von Keilhaue ist die auf belgischen Steinkohlenbergwerken angewendete rivelaine, ein- auch zweispitzig, Fig. 133. Es ist dies ein 13 Millimeter starkes Eisen, welches vorn mit einer umgebogenen Schärfe versehen ist; das Eisen verlängert sich nach unten zu einem runden Griff, an den der Arbeiter angreift, in anderen Fällen ist ein hölzerner Helm vorhanden. Die kürzesten sind 0,785 Meter lang und wiegen $2^3/_4$ kg, die längsten haben eine Länge von 1 Meter und wiegen $3^5/_8$ kg. Das Gezähe ist für sehr weiche Schrampacken anwendbar und wird hauend und kratzend gehandhabt; bei Versuchen auf den Gruben bei Saarbrücken hat es sich nicht bewährt.

3. Der Schrämhammer.

Der Schrämhammer (Berghammer, Haueisen) ist eine einfache Keilhaue, deren Nacken zu einem Fäustel mit verstählter Bahn verlängert ist, wodurch man den Vortheil erhält, die Last auf beide Seiten des Helms gleichmässig zu vertheilen, durch vermehrtes Gewicht eine grössere Wirkung hervorzubringen und für verschiedene Verrichtungen ein Fäustel zur Hand zu haben, ohne das Arbeitsgezähe erst bei Seite legen zu müssen. Der Schrämhammer wird vorzugsweise beim Gangbergbau benutzt, aber auch beim Steinsalzbergbau zu Berchtesgaden, Hall, Wieliczka, in Siebenbürgen, unter dem Namen Berghammer bei der Bleierzgewinnung zu Commern,

[14]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 16B. S. 309.

[15]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 23B. S. 89. — Ueber englische Gezäheinrichtung in berg- u. hüttenm. Jahrbuch der österr. Bergakademien. Bd. 22. S. 210.

unter dem Namen Wetzkopf, bei dem das Fäustel eine runde Bahn hat, in den Steinbrüchen bei Mayen. Auch schliesst sich hieran die bereits erwähnte Doppeltkeilhaue, bei der sich der Nacken zu einer kurzen Keilhaue verlängert.

Selten hat man am Schrämhammer statt der Spitze eine Schneide, die dann sowohl rechtwinkelig, wie parallel zum Helm steht. Der Helm ist von mittlerer Länge, wie bei der gewöhnlichen Keilhaue, 418 bis 471 Millimeter, öfter auch kürzer zum Arbeiten mit einer Hand; das Gewicht sckwankt zwischen $1^1/_4$ und $2^1/_2$ kg, steigt aber bis $3^1/_2$ kg, der Wetzkopf ist 6 bis 7 kg schwer. Derartige Schrämhammer hat man auf der Steinkohlengrube Mathilde in Oberschlesien zur Anwendung gebracht[16]).

4. Die Breithaue.

Die Breithaue wird auf Lettenlagen zum Schrämen und Kerben verwendet. Sie hat statt einer Spitze eine gegen den Helm rechtwinkelig stehende Schneide, die gerade oder auch schwalbenschwanzförmig ausgeschnitten ist; es finden sich auch Uebergänge in die Spitzkratze. Die Schneide ist 52 bis 65 Millimeter breit, das ganze Blatt 314 bis 418 und 471 Millimeter lang, das Gewicht beträgt $2^1/_2$ bis 4 und mehr kg. Die Helme sind länger, als bei der Keilhaue, bis 0,942 und 1,25 Meter.

5. Der Schrämspiess.

Der Schrämspiess ist ein von der Schlägel- und Eisen-Arbeit entlehntes Gezähe. Es ist eine vierkantige, an den Kanten verbrochene eiserne Stange, 20 bis 23 Millimeter stark, 0,785 bis 1,883 Meter lang mit verstählter pyramidaler, selten und minder brauchbar lanzenförmiger Spitze; er wird in tiefen Schrämen mit beiden Händen stossend geführt oder auch wohl mit Fäustel angetrieben und bildet den Uebergang zur Stoss- oder Brechstange.

6. Die Axt.

Die gewöhnliche Axt des Zimmermanns wird zur Gewinnung von bituminösem Holz benutzt, wohin auch das auf den Braunkohlengruben bei Riestädt gebrauchte Schlitzbeil[17]) gehört.

b. Die Ausführung der Arbeit.

1. Mit der Keilhaue.

Die Führung der Keilhaue erfolgt mit beiden Händen, von denen die eine bei freiem Aushiebe am Helme gleitet. Als allgemeine Regel gilt, wie bei allem scharfen Gezähe, eine neue Keilhaue langsam anzuführen,

[16]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 23B. S. 89.

[17]) Seyfert: Das Braunkohlenbergwerk bei Riestädt in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 4B. S. 177.

also anfänglich nicht mit voller Kraft zu arbeiten. Die Keilhauenarbeit dient zur Einleitung und Vorbereitung der Gewinnung und bezweckt die zu gewinnende Masse, ausser nach vorn, auch nach anderen Seiten frei zu legen. Die Arbeit mit der Keilhaue heisst Verschrämen und zerfällt in das eigentliche Schrämen (Bahnen) und in das Schlitzen, Kerben oder Schneiden, doch kann das Schrämen auch allein vorkommen.

Der Schram liegt bei plattenförmigen Lagerstätten den Ebenen derselben parallel, bei unregelmässigen Massen z. B. Steinsalz horizontal, bei manchen Gewinnungen nennt man indess verticale Vertiefungen auch wohl Schram, während dieselben sonst Schlitze oder Kerbe heissen. Die Lage des Schrams in Bezug auf die Lagerstätte ist abhängig von der inneren Struktur, der Beschaffenheit einzelner Bänke und der Mächtigkeit, bei wenig mächtigen Lagerstätten wird er am Liebsten am Liegenden geführt; bei gleicher Festigkeit wird der Schram wohl mitten in die Masse hineingelegt, immer aber beobachtet man die vorhandenen Ablösungen. Die Höhe des Schrams nimmt man principiell so gering, die Tiefe so gross als möglich; dabei sind von Einfluss: die Haltbarkeit und der Zusammenhang der verschrämten Masse in sich und mit dem Nebengestein, sowie die Festigkeit; je fester die Masse ist, desto niedriger sucht man den Schram zu halten, um den ersten, schwierigsten Angriff auf eine möglichst kleine Fläche zu richten. Auch ist die Mächtigkeit auf die Höhe des Schrams von Einfluss, von selbst aber ergiebt sich dieselbe bei vorhandenen Schrampacken, Schramstreifen, welche sich als besondere Lagen in der Lagerstätte wegen ihrer Milde zum Schrämen geeignet erweisen. Daher ist die Höhe des Schrams sehr verschieden, zwischen 13 und 157 Millimeter, sie wird aber durch Nachnahme (Nachrücken) oft bis auf 523 Millimeter erhöht; die Tiefe schwankt zwischen 0,130 und 1,046 Meter, aber auch hier rückt man nach und vertieft bis auf 2,615 Meter.

Das Schrämen beginnt bei grösserer Festigkeit der Masse mit einer Art Einbruch, sowohl unten, als der Ortsbreite nach; das letzte fällt bei mildem Ausschram fort, der gleich ganz angefasst wird; nach und nach erweitert man den Schram nach Oben. Man hat stets auf richtige Führung der Hiebe zu sehen, damit durch jeden Hieb ein Fortschritt in der Schramführung erreicht wird. Man lässt zur Unterstützung der durch den Schram freigelegten Massen Streifen, sog. Beine stehen, die man indess auch durch Einschieben von Bolzen ersetzt. Eine sehr sorgfältige Schramführung findet bei der Gewinnung des Kupferschieferflötzes[18]) im Mansfeld'schen und in Hessen statt, wo bei der geringen Mächtigkeit der Lagerstätte und dem Werth der Schramlage besondere Sorgfalt auf die richtige Führung der Arbeit verwendet wird. Es ist dies die sog. Krummhälser-

[18]) Gaetzschmann a. a. O. S. 160. — Allgem. berg- und hüttenm. Ztg. von Dr. Hartmann. Quedlinburg 1860. S. 341. — Erdmenger in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 19B. S. 246.

arbeit (Argicola nennt die Kupferschieferhauer fossores qui colla gerunt intorta), bei welcher die Bergleute auf Fahrbrettern während der Arbeit liegen: das Achselbrett ist 575 Millimeter lang, 262 Millimeter breit, 26 Millimeter stark aus Weiden- oder Espenholz, oben mit einer Handhabe, unten mit zwei Leisten von hartem Holze versehen; das Beinbrett ist länglich vierseitig, ähnlich wie das Achselbrett, daran sind Riemen zum Anschnallen des Brettes an die Lende angebracht, auf der oberen Fläche befindet sich eine rundliche Vertiefung für den Hüftknochen, auf der unteren Gleitschienen. Auf diesen Brettern fährt der Bergmann vor sein Ort und liegt während der Arbeit auf denselben, weil die niedrigen Baue eine andere Lage des Arbeiters nicht gestatten. Meistentheils liegen die Arbeiter auf der linken Seite, damit sie den rechten Arm zur Führung der Keilhaue frei haben, doch kommt es auch vor, dass sie aus Gewohnheit umgekehrt liegen, wie sich dies auch beim Schlitzen und anderen Arbeiten wiederholt, so dass man Rechts- und Linkshändler unterscheidet. Auch bei anderen Lagerstätten hat man Unterstützungen für die Hauer, wie untergelegte Bretter, auch Gerüste und Pritschen bei stehender Lagerung. — Am einfachsten ist das Schrämen beim Gangbergbau, wenn überhaupt die Keilhaue angewendet wird, was wohl nur dann geschieht, wenn ein Lettenbesteg vorhanden ist; dabei beginnt man in oder unterhalb halber Manneshöhe, nimmt dann den Schram oben nach und demnächst unten.

Der Schlitz, rechtwinkelig gegen den Schram gestellt, wird selten so tief und so weit genommen, wie dieser, wobei vorhandene Schnitte das Anhalten geben; selten wird er soweit hergestellt, dass der Mann hineintreten und ihn tiefer fortführen kann. Oft führt man die Schlitze allmälig nach. Auch hier lässt man Beine, meist unmittelbar über dem Schram stehen, und verbolzt das abgeschlitzte Stück der Lagerstätte gegen das Liegende, beziehungsweise Hangende.

Die Anwendung der Keilhaue zur Gewinnung grösserer Massen ist nicht häufig. Ist vorher ein Schram geführt, so geht die Gewinnung von diesem aus weiter. — Auch zur Gewinnung aus dem Ganzen wird die Keilhaue selten benutzt; man theilt dann den Arbeitsstoss in regelmässige Abtheilungen, sog. Tagwerke, was von der Schlägel- und Eisenarbeit entnommen ist. Bei der Führung von Oertern in solchen Massen legt man den Einbruch unter halber Manneshöhe; sind Klüfte vorhanden, so legt man ihn so, dass die grössere Abtheilung da ist, wo die Klüfte die Arbeit am meisten erleichtern, also etwas höher bei zufallenden, tiefer bei abfallenden Klüften. Ausser dem Einbruch hat man nicht leicht weniger oder mehr als drei Tagwerke: zunächst das Nachnehmen der über dem Schram liegenden Bank, das Schwachmachen, dann das der unter dem Schram liegenden, das Söhlighauen, endlich das Hereinnehmen der Bank am Dache, das Seigerstosshauen.

2. Mit dem Schrämhammer.

Die Arbeit mit dem Schrämhammer ist der mit der Keilhaue gleich; sie wird vorzüglich beim Gangbergbau zum Verschrämen angewendet, wenn schmale Bestege vorhanden sind, sie erfordert keine grosse Regelmässigkeit. Der Hauer muss links- und rechtshändig arbeiten können. Auch auf Steinsalz, im Salzthon, am Bleiberge bei Commern (Berghammer) wird dieses Gezähe benutzt.

3. Mit der Breithaue.

Die Breithaue dient seltener zur Schramführung in milden Massen, als zur Gewinnung von Massen durchgängig gleicher und milder Beschaffenheit. Dabei ist das Gleiten der Hände am wirksamsten, obwohl dies nicht immer möglich ist.

III. Schlägel- und Eisenarbeit.

a. Gezähe.

Das bei der Schlägel- und Eisenarbeit benutzte Gezähe ist das Eisen (gehelmt und ungehelmt), in einzelnen Gegenden Spitzeisen, das Schlägel (Fäustel), zur Aushilfe der Schrämhammer und der Schrämspiess.

1. Das Eisen.[19])

Das Eisen ist entweder ganz von Stahl oder nur an der Spitze, ausserdem zuweilen an der Bahn verstählt; erstere sind in der Anschaffung theuerer, in der Unterhaltung wohlfeiler, auch zweckmässiger, weil sie den Schlag besser fortpflanzen. Das Eisen hat einen quadratischen Querschnitt mit einer pyramidalen Spitze, die um so stumpfer sein muss, je fester das Gestein ist; für den gewöhnlichen Gebrauch hat es eine Länge von 130 bis 183 Millimeter und eine Stärke von 16 bis 26 Millimeter, wo das Eisen nur zum Zuführen gebraucht wird, macht man es wohl nur 90 bis 100 Millimeter lang. Auf das Gewicht kommt nichts an, weil das Eisen nur als vermittelndes Gezähe benutzt wird. Zur Aufnahme des Helms hat das Eisen ein rechtwinkeliges Auge, welches am besten in der Mitte steht; allenfalls setzt man es näher der Spitze, wenn man Eisen als Material angewendet hat, weil sich alsdann die Bahn schneller abnutzt, als die Spitze. Das Eisen wird lose auf den Helm aufgesetzt, damit man denselben herausnehmen kann, wenn das Eisen bis in die Nähe des Auges eingetrieben ist. Zum Transportiren der für eine Schicht nöthigen Eisen reiht man dieselben auf einen Eisenriemen, einen schmalen Eisenstreifen, der am Ende einen Knopf hat, auf den sich die im Auge auf den Riemen gezogenen Eisen aufsetzen; jeder Riemen hat eine Länge zur Aufnahme von 6 bis 12 Eisen.

[19]) André a. a. O. p. 130.

Das Eisen ohne Helm, welches kein Auge hat, wird in Verbindung mit dem Treibfäustel gebraucht und gehört eigentlich zur Treibarbeit.

2. Das Spitzeisen.

Das Spitzeisen ist eine längere Stange mit verbrochenen Kanten und vorn mit pyramidaler, verstählter Spitze; es wird ähnlich wie das gewöhnliche Eisen gebraucht, schwankt und vibrirt aber mehr, als das gehelmte Eisen, so dass die Arbeit schlechter von Statten geht; es wird auch nur in Gegenden gebraucht, wo die Geschicklichkeit für Schlägel- und Eisenarbeit abhanden gekommen ist.

3. Das Schlägel.[20])

Das Schlägel oder Fäustel ist von Eisen mit kurzem hölzernen Helm; die Begränzungsflächen sind nach dem Schwingungshalbkreise, dessen Mittelpunkt im Ellbogen liegt, gebogen, die Bahnen stehen radial, dieselben sind verstählt. Der Querschnitt ist viereckig, die Kanten sind verbrochen, doch kommen auch Fäustel mit rundem Querschnitt vor; früher machte man die Fäustel mehr schlank, jetzt gedrungener, doch darf dies nicht zu einer Klotzform führen; die schlanken Fäustel erfordern grössere Geschicklichkeit. Die Länge beträgt 130 bis 180 Millimeter, die Seitenbreite in den Bahnen 26 bis 39 Millimeter, ältere Fäustel haben eine Länge von 235 bis 260 Millimeter, aber nur 20 Millimeter Bahnenbreite; das Gewicht schwankt zwischen 1 und $2^1/_2$ kg, steigt aber auch bis zu $3^1/_2$ kg, die schwereren Fäustel werden beim Arbeiten unter sich in Strossenbauen, beim Abteufen benutzt. In Ungarn sollen 20 kg schwere Fäustel zur Anwendung gelangt sein, welche vor dem Ortsstoss aufgehängt und in schwingende Bewegung gegen das Eisen gesetzt wurden[21]).

b. Die Ausführung der Arbeit.

Die Arbeit ist:

1. Das Hereintreiben, auch Auf- und Abtreiben genannt, bei zerklüfteten Massen, wo man grössere Stücke loszugewinnen sucht, und wo man nach einer freigemachten Seite arbeitet. Wenn man ein unterschrämtes Lager hereintreiben will, setzt man das Eisen in eine Kluft und treibt es als Keil mit dem Fäustel ein, wodurch sich die Masse löst; ebenso wenn der Schram oben geführt ist.

2. Das Brunnen bei festem und sehr festem unzerklüfteten Gestein und wenn man nur eine freie Seite hat, es besteht in der Herstellung paralleler, gleich tiefer Furchen, wodurch allmälig ein Stück der Masse fortgenommen wird, dessen Dicke der Tiefe der Furche entspricht. Man

[20]) André a. a. O. p. 130.

[21]) Ueber alte Schlägel- und Eisenarbeit in österreichische Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen von Dr. v. Hingenau, 1868. S. 41.

macht oben vor der Gesteinsbrust anfangend, Fig. 134 (im Grundriss), eine solche Furche, demnächst eine zweite, so dass zwischen beiden ein Grat stehen bleibt, dieser wird durch die dritte Furche fortgenommen, worauf die vierte folgt, zwischen welcher und der zweiten wiederum ein Grat stehen bleibt. Die Entfernung der Furchen von einander ist bedingt durch die Gesteinsfestigkeit und Tiefe der Brunnen, doch darf sie nicht grösser sein, als dass der Schlag den Grat absprengen kann, also meist 33 bis 39 Millimeter.

3. Das Arbeiten aus dem Ganzen besteht in der Wegnahme des Ortsstosses in Strossen, deren Länge von 78 bis 550 Millimeter veränderlich

Fig. 134.

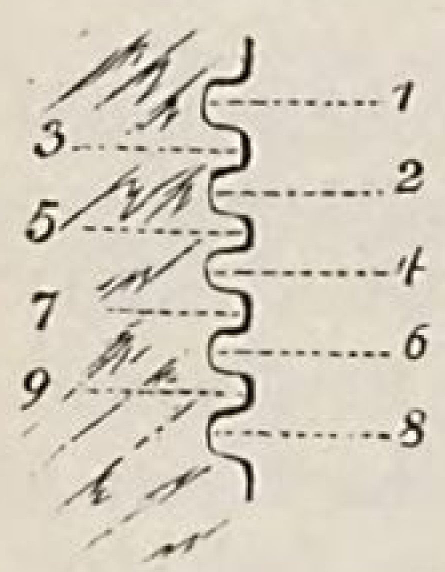


Fig. 135.

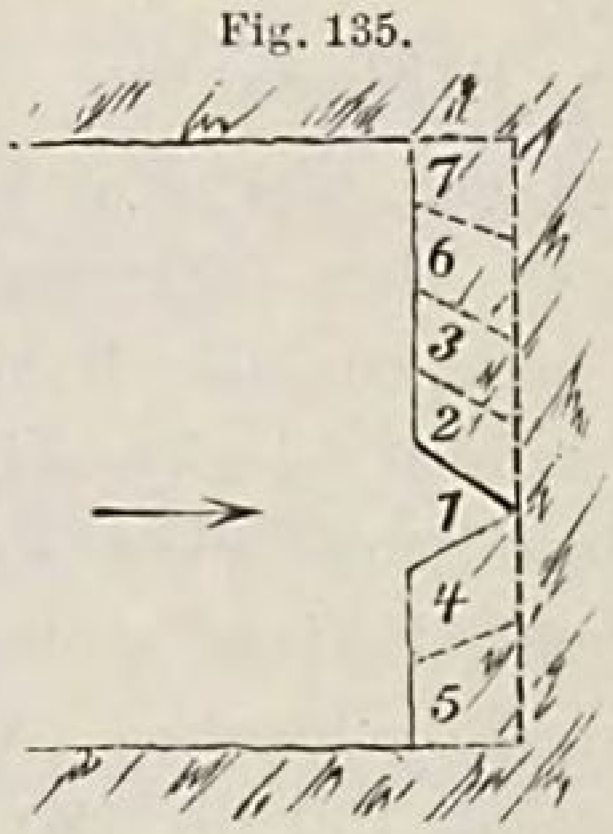


Fig. 136.

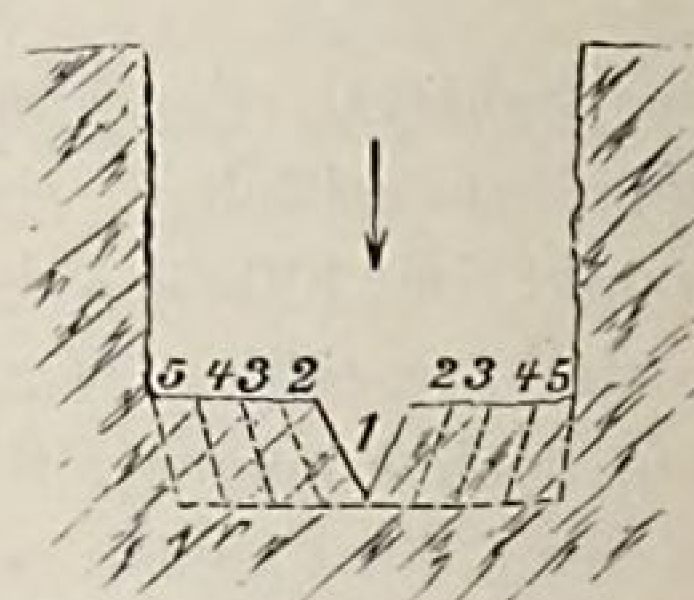


Fig. 137.

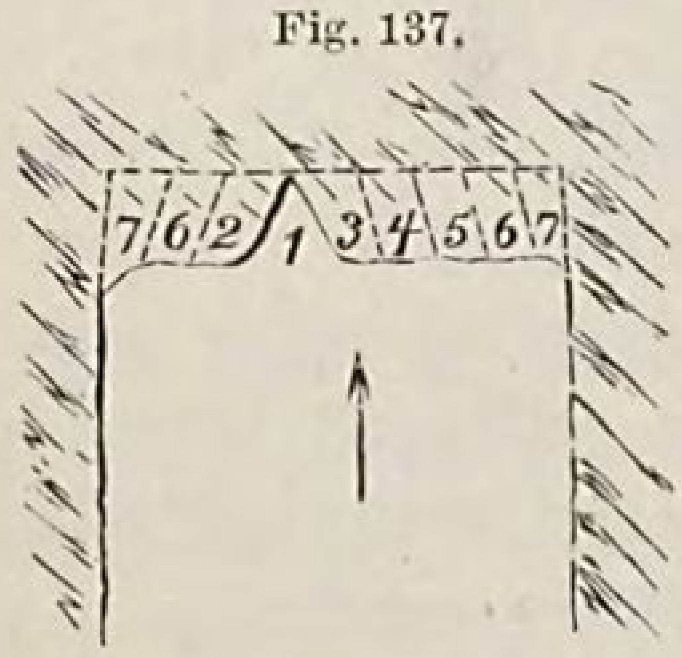


Fig. 138.

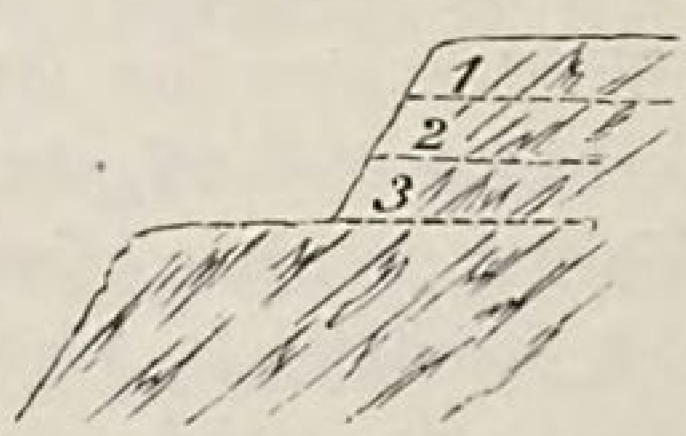
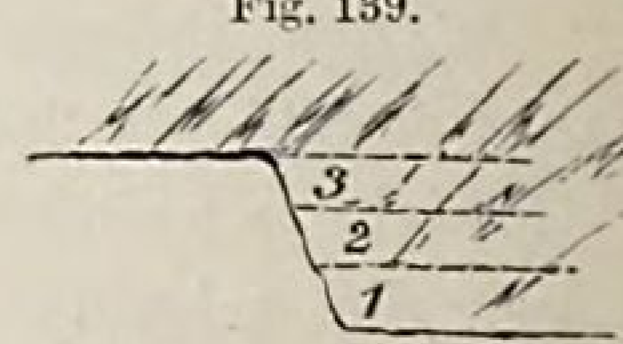


Fig. 139.



ist; die Höhe des Ortsstosses theilt man in Tagewerke, deren einzelne Strossen vollkommen hereingenommen sein müssen, bevor man zu dem folgenden schreitet. Beim Ortsbetrieb, Fig. 135, ist das erste und kleinste Tagewerk: 1. der Einbruch, welchen man in eine besonders dazu geeignete Lage des Stosses verlegt; dann folgt 2. die Firste aus dem Einbruch, 3. die zweite Firste aus dem Einbruch, 4. die Strosse aus dem Einbruch, 5. das Söhlighauen, 6. das Schwachmachen, 7. das Seigerstoss- oder Seigerfirstenhauen; je nach der Höhe des Ortsstosses und den vorgefundenen Ablösungen ändert sich die Zahl der Strossen. — Beim Abteufen, Fig. 136, verfährt man ähnlich, man hat 1. das Vorgesümpfe, an dessen beiden Seiten sich 2. und 3. die Strossen anschliessen, zu deren beiden Seiten 4. das Schwachmachen und 5. das Seigerstosshauen folgt: so auch macht man bei Ueberbrechen, Fig. 137, den Einbruch 1. durch das Uebersichbrechen, dem 2., 3., 4 und 5. die Strossen, 6. das Schwachmachen, 7. das Seigerstosshauen folgt. Beim Strossenbau, Fig. 138, hat man: 1. das Obenanfangen, 2. die Halbhöhe, 3. das Söhlighauen; beim Firstenbau, Fig. 139: 1. das Untenanfangen, 2. die Halbhöhe, 3. das Seigerfirstenhauen.

Ausserdem wendet man die Schlägel- und Eisenarbeit noch an beim Zubrüsten der Bohrlöcher, beim Beräumen der Schüsse, beim Zuführen der Stösse und überall da, wo man die Schiessarbeit nicht gebrauchen kann, z. B. bei engen Bühnlöchern, oder wo man dessen zu weit greifende Wirkungen fürchtet, z. B. bei Widerlagern für Mauern, bei Pumpenlagern; bei der Anlage grösserer Räume für Maschinen und dgl. m. nimmt man den Kern durch Sprengarbeit fort und führt die Stösse durch Schlägel- und Eisenarbeit zu.

IV. Die Hereintreibearbeit.

Die Hereintreibearbeit kann als eine Schlägel- und Eisenarbeit in grösserem Maassstabe betrachtet werden und ist bestimmt, grössere Massen mit einem Male zu gewinnen.

a. Gezähe.

Das Gezähe besteht in: Treibfäustel, Keile, Fimmel (auch wohl Eisen genannt), Legeisen, Brechstange (auch Brecheisen, Wuchtbaum, Brechbaum).

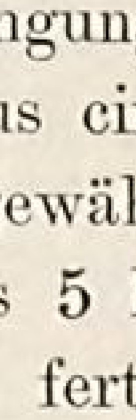
1. Das Treibfäustel.

Das Treibfäustel ist ein vergrössertes Handfäustel und wird am besten nach denselben Regeln construirt; der Mittelpunkt des Schwingungsbogens liegt hier in der Achsel des Arbeiters, daher ist der Radius circa 628 Millimeter. Als Material wird in der Regel Schmiedeeisen gewählt, die Bahnen werden verstählt; ein solches Fäustel wiegt $3^1/_2$ bis 5 kg, steigt bis 6 kg; selten nimmt man Gusseisen. In neuerer Zeit fertigt man die Fäustel aus Hartguss, die an sich zwar zweckmässig sind, die aber den Nachtheil haben, dass sie bei etwaiger Beschädigung als werthlos fortgeworfen werden müssen, während die schmiedeeisernen mit Stahlbahnen für den Arbeiter immer noch von Werth bleiben.

2. Die Keile.

Die Keile sind parallelepipedisch oder pyramidal geformt und endigen vorn in eine Schärfe, die am besten etwas convex hergestellt ist, sie sind aus Eisen gefertigt und an der Schärfe verstählt. Auf den Gruben bei Saarbrücken hat man Keile mit hölzernem Griff, Fig. 140, welcher oben mit einem eisernen Band versehen ist, damit er durch die darauf geführten Schläge nicht zu leicht aufspaltet.

Fig. 140.



Hölzerne Keile kommen wohl, in ganzen Reihen eingesetzt, beim Steinbruchbetrieb vor; man steckt dieselben trocken ein und macht sie demnächst nass, so dass sie aufquillen, wodurch sie ihre Wirkung auf das Gestein äussern.

Je zäher das Gestein ist, desto länger und stärker müssen die Keile sein, so dass sie in sehr verschiedenen Dimensionen und Gewichten zur Anwendung gelangen.

3. Der Fimmel.

Der Fimmel ist ein vergrössertes Bergeisen mit quadratischem oder rechteckigem Querschnitt, am besten mit gewölbten, zur pyramidalen Spitze zusammenlaufenden Flächen, auch kommen parallelepipedische mit prismatischer oder runder Spitze vor. Das Material ist Schmiedeeisen, die Spitze ist verstählt, das Gewicht beträgt in der Gegend von Mons 1 bis $1^1/_2$ kg, an der Ruhr $2^1/_2$ bis 3 kg.

4. Das Legeisen.

Die Legeisen oder Legbleche sind dünne Eisen oder Bleche, welche zur Seite der Keile eingelegt werden, sie sollen das Eintreiben durch Verminderung der Reibung erleichtern, das Einschneiden der Keile seitwärts verhindern, den Druck auf grössere Flächen vertheilen, auch zu weite Vertiefungen ausfüllen. Sie werden fast nur in Steinbrüchen benutzt.

5. Die Brechstange.

Die Brechstange ist eine eiserne Stange, welche unten einen stumpf aufgebogenen Schuh besitzt; ist der Schuh gespalten, so heisst die Brechstange Ziegenfuss. Sie wird angewendet, wenn schon offene Klüfte vorhanden sind, zum Herauswuchten grösserer Massen; auch wird sie angewendet zum Aufnehmen von Kohlenbänken, welche unterhalb des Schrams liegen, wozu man auch Wuchtbäume benutzt.

b. Die Ausführung der Arbeit.

Die Anwendung der beschriebenen Gezähe erfolgt meistentheils bei der Arbeit aus dem Ganzen, wobei man die Klüfte sorgfältig beachten muss. Nachdem über oder unter der loszulösenden Masse frei gemacht ist, werden ein oder mehrere Keile oder Fimmel in die Kluft eingetrieben, wodurch sich die Schicht loslöst, entweder vollständig oder so, dass mit der Brechstange das Herauswuchten erfolgen kann.

V. Sprengarbeit[22]).

Die Sprengarbeit soll nach den ältesten bekannten Angaben im Jahre 1613 durch Martin Weigel oder Weingold, später Oberbergmeister in Freiberg, erfunden sein; obwohl das von Hoppe in Abrede gestellt wird; erst im Jahre 1632 kommt sie zu Clausthal in Anwendung, auch in Sachsen wird sie erst 1643 und 1644 allgemeiner[23]). Die Erfindung war von

[22]) Eduard Ržiha: Ueber die Theorie der bergm. Sprengarbeit in Berg- u. hüttenm. Jahrb. der k. k. Bergakademien zu Leoben, Przibram und Schemnitz. Bd. 16. Wien 1867.

[23]) Vergl. Cossmann: einige Notizen über die Einführung der Bohr- und

grösster Wichtigkeit, weil sie raschere und minder kostspielige Arbeit gestattete und eine Schonung der durch die Schlägel- und Eisenarbeit sehr früh bergfertig werdenden Mannschaft herbeiführte, überhaupt aber Arbeiten in der festen Erdrinde gestattet, welche vor der Verwendung der Sprengstoffe ganz unmöglich waren[24]).

a. Gezähe.

1. Bohrer.[25])

Die Bohrer bestehen aus der Stange und dem Bohrkopf und sind aus Eisen mit verstähltem Kopfe gefertigt, in neuerer Zeit macht man die Bohrer wohl ganz aus Gussstahl, weil dieses Metall den Schlag besser fortpflanzt und eine geringere Abnutzung sowohl an dem arbeitenden Kopf als an der Bahn, auf welche geschlagen wird, zeigt.

Die Stange ist, was nicht zu empfehlen, in Belgien und Frankreich rund, besser ist sie an anderen Orten achtkantig oder quadratisch mit verbrochenen Kanten, weil der Arbeiter sie alsdann bequemer in der Hand führen oder drehen kann. Die Stärke der Stangen macht man $^2/_3$ bis $^3/_4$ der Bohrerbreite.

Der Bohrkopf nach der ältesten Form ist der Kolben- und der Kronenbohrer, jener hat fünf Spitzen, dieser hat vier und ist in der Mitte vertieft; diese Bohrer haben geringeren Effect, als die jetzt üblichen Meisselbohrer, sie werden aber noch heute von ungeübteren Arbeitern, ferner beim Bohren festerer Massen, endlich bei sehr langen Bohrstangen, die eine gerade Führung schwer zulassen, z. B. im Siegerlande, angewendet. — Der Meisselbohrer ist von ungarischen Bergleuten in den Jahren 1749 und 1750 am Harz eingeführt, die Zeit seiner Erfindung ist nicht bekannt. Die Schneide am Meissel ist convex, dreieckig, gerade; über die Zweckmässigkeit der einen oder anderen Form sind die Ansichten sehr getheilt, jedenfalls muss man sie von der Festigkeit des Gesteins abhängig machen. Für festes und höchstfestes Gestein sind nur gerade Schneiden rathsam, man giebt dann aber zur Schonung der Ecken eine convexe Seitenwölbung derselben. Der Winkel, welchen die beiden Meisselflächen in der Schneide machen, ist gleichfalls nach der Festigkeit des Gesteins sehr verschieden, doch macht man ihn nicht stumpfer als 60 Grad. Man hat der Meisselschneide die mannigfachsten Formen gegeben, mit hervorstehender Spitze, mit concaver Einbiegung (Schwalbenschwanzbohrer), mit klauen-

Schiessarbeit im Berggeist Jahrg. 1861. S. 256, nach Henning Calvoer der Oberharz. Thl. II. S. 19. — Seeland in Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins für Steiermark u. Kärnthen. Klagenfurt 1879. S. 19; auch in „Glückauf" 1879. No. 17. — O. Hoppe. Beiträge zur Geschichte der Erfindungen. Clausthal 1880. — Der Berggeist. Köln 1880. S. 229.

[24]) Franz Ržiha in Annalen für Gewerbe u. Bauwesen. Berlin 1879. S. 31.

[25]) André a. a. O. p. 134.

förmiger Aushöhlung (Klauenbohrer), doch ist man überall sehr bald von diesen Versuchen zurückgekommen. Auch in neuester Zeit hat man auf der Steinkohlengrube Piesberg bei Osnabrück zur Vergleichung der Bohrer mit gerader und gebogener Schneide beim Bohren in festem Sandstein wieder Versuche angestellt, welche sehr zu Ungunsten der gebogenen Meisselschneide ausgefallen sind[26]). Die Breite der Meissel steht im Zusammenhange mit der Art des Bohrens, ob ein-, zwei-, drei- oder vielmännisch; das letztere, wobei 2 Mann setzen, kommt leicht nicht mehr vor, auch beim dreimännischen Bohren wird die Kraft nicht ausgenutzt, denn entweder schlagen die zwei Mann nicht gehörig, oder der eine setzt zu rasch um; das zweimännische Bohren ist noch verbreitet, theils aus lokaler Gewohnheit, theils bei engen Bauen und unbequemer Stellung der Arbeiter, theils um weitere Löcher zu schlagen, theils bei sehr festem Gestein, obgleich in letzterem Falle auch das einmännische Bohren gute Dienste thut; neuerdings bohrt man auch in Westfalen beim Abteufen zweimännisch. Die Meisselbreite wird für dreimännisches Bohren 52 bis 65 Millimeter, selten 78 Millimeter, für zweimännisches 39 bis 52, höchstens 59 Millimeter, für einmännisches 29 bis 33 Millimeter und nicht unter 23 Millimeter angenommen, noch geringere Breiten sind nicht rathsam, weil sonst eine grössere Zahl Bohrlöcher für dieselbe Wirkung erforderlich ist. Eine Ausnahme machen die sogenannten Vorstecher[27]), welche man am Bleiberg in Kärnthen und zu St. Bel bei Chessy zum Vorbohren eines Lochs benutzt, welches nachher durch einen anderen Bohrer erweitert wird; die Breite der Vorstecher beträgt 13 bis 15 Millimeter, während der Nachbohrer 26 Millimeter breit ist. Im Mansfeldschen[28]) hat man einen Versuch gemacht, statt der gebräuchlichen 26 Millimeter breiten Meisselbohrer solche von nur 20 Millimeter Breite anzuwenden, um die Bohrlöcher mit 18 Millimeter starken Dynamitpatronen besetzen zu können statt bisher mit 24 Millimeter starken. Wenn auch die Versuche noch nicht abgeschlossen sind, so lässt sich doch übersehen, dass mit einer nicht unwesentlich höhern Leistung auch ein geringerer Dynamitverbrauch erzielt wird. — Man kann die Länge der Bohrer nicht gleich beim Beginn des Bohrlochs so gross nehmen, wie sie bei der Vollendung des Lochs nöthig ist, weil die Führung für den Arbeiter sehr schwierig wäre, und weil in Rücksicht auf die Abnutzung sehr viel lange Bohrer erforderlich sein würden, man wendet deshalb für dasselbe Loch verschiedene Längen an: die kürzeren zum Beginn des Bohrlochs Anfangsbohrer, dann die Mittelbohrer und endlich die längsten die Abbohrer; die zu einem Loche zusammengehörenden Bohrer nennt man einen Satz Bohrer; wie viele Stücke zu einem Satz gehören, hängt von der Gesteinsfestigkeit, beziehungsweise von der Abnutzung ab.

[26]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20B. S. 347.

[27]) Gaetzschmann a. a. O. S. 363.

[28]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26B. S. 366.

Die Meisselbreite nimmt bei den längeren Bohrern um $1^2/_3$ bis $2^1/_8$ Millimeter, auch wohl $3^1/_4$ bis $6^1/_2$ Millimeter ab, weil die Bohrer während der Arbeit sich abnutzen und dann der später eingeführte, wenn ihm nicht von vorn herein eine geringere Breite gegeben würde, nicht vor Ort gebracht werden könnte. Nach Gaetzschmann macht man die Anfangsbohrer 261 bis 314 Millimeter, die Mittelbohrer 471 bis 523 Millimeter, die Abbohrer 732 bis 837 und 942 Millimeter lang, wobei man darauf rechnet, dass sie etwa 157 Millimeter länger sind, als sie tief in das Gestein eindringen sollen. Am Harz[29]) hat man zum einmännischen Bohren Anfangsbohrer von 390 bis 470 Millimeter Länge, 33 Millimeter Breite, Mittelbohrer von 700 bis 785 Millimeter Länge, 26 Millimeter Breite, Abbohrer von 0,942 bis 1,046 Meter Länge, 24 Millimeter Breite, zum zweimännischen Bohren Anfangsbohrer von 650 bis 785 Millimeter Länge, 46 Millimeter Breite, Mittelbohrer von 0,994 bis 1,099 Meter Länge, 39 Millimeter Breite, Abbohrer von 1,177 bis 1,308 Meter Länge, 33 Millimeter Breite.

Piemontesen, welche an vielen Orten z. B. in Westfalen und in Oberschlesien das Auffahren von Querschlägen u. dgl. m. in's Hauptgedinge nehmen, benutzen Bohrer von 0,314 bis 1,308 Meter Länge mit achteckigem Querschnitt und 26 Millimeter Dicke, die Breite der Meissel beträgt 26 bis 33 Milllimeter[30]). — Beim Mansfelder Bergbau[31]) hat man seit zunehmender Verwendung des Dynamits vor den Ortsbetrieben tiefe Bohrlöcher, nicht unter 1 Meter, eingeführt, so wie auch das Bohren von unten nach oben; eine Ortshöhe von 2,25 Meter wird in der Regel in drei Strossen hereingenommen, wodurch die Häuerleistung wesentlich gestiegen ist.

Im Allgemeinen ist zu bemerken, dass an Stelle von Bohrern mit eiserner Stange und eingelegtem stählernen Meissel, Bohrer, welche ganz aus Bessemerstahl gefertigt sind, in einzelnen Bergrevieren Eingang finden; das Schärfen hat seltener zu erfolgen, so dass die Gezähekosten beim Bohren geringer werden[32]). Am Harz sind in dieser Beziehung vergleichende Versuche angestellt, welche ergaben, dass die Stahlbohrer erheblich billiger beim Gebrauche sind, als die eisernen; es wurde hier einfach raffinirter, schweissbarer Stahl verwendet[33]). Bei dem Steinkohlenbergbau zu Häring in Tyrol hat man gleichfalls vergleichende Versuche angestellt, welche ergaben, dass man mit 100 kg Gussstahlbohrer eben so weit reichte, wie mit 450 kg Eisenbohrern, so dass die Gussstahlbohrer

[29]) Saacke in berg- u. hüttenm. Ztg. von Bornemann und Kerl. Freiberg 1860. S. 367.

[30]) Zeitschr. f. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen im preuss. Staate. Bd. 16 B. S. 309. — „Glückauf". Essen 1869. No. 40.

[31]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 27 B. S. 253.

[32]) Oesterr. Zeitschr. für Berg- und Hüttenwesen von Dr. Frhr. v. Hingenau. Wien 1869. S. 213. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 23 B. S. 90.

[33]) Ebenda. Bd. 20 B. S. 348. Bd. 21 B. S. 295. Bd. 24 B. S. 146.

zum alleinigen Gebrauch eingeführt sind[34]). Auf Himmelfahrt Fdgr. bei Freiberg haben die Bohrer aus Gussstahl insofern weniger befriedigende Resultate gegeben, als das angelieferte Material nicht immer gleichmässige Beschaffenheit hatte und deshalb verschiedene Behandlung beim Schärfen durch den Schmied erforderte. Mit Gussstahlbohrern aus gutem Material wurden stets sehr günstige Resultate erzielt[35]).

Um die Stahlgezähe, welche beim Schärfen wohl verbrennen, wieder brauchbar zu machen, wird ein von Kulike angegebenes Mittel, in welches der kirschrothglühend gemachte Stahl vor der Wasserkühlung eingetaucht wird, angewendet und soll sich zur völligen Wiederherstellung des Stahls schon bei mehrjährigem Gebrauch ausgezeichnet bewährt haben[36]).

Auf der Königsgrube in Oberschlesien hat man Versuche mit Kohlenbohrern mit Einsatzmeisseln nach Art der Keilhauen mit Einsatzspitzen gemacht. Die Bohrstange hatte zur Aufnahme des Meissels eine viereckige, pyramidal zulaufende oder eine conische Vertiefung. Die pyramidale Einsatzöffnung riss aber durch die Fäustelschläge leicht aus, während aus der runden der Meissel leicht herausfiel und beim Umsetzen der Bohrstange nicht mitging, so dass Füchse gebohrt wurden[37]), doch hat man in neuerer Zeit die pyramidalen Einsatzköpfe so verstärkt, dass ein Ausreissen nicht mehr stattfindet, und man sich jetzt solcher Einsatzmeissel ganz allgemein bedient; zu einem Satz gehören 8 Stahlmeissel von 35 bis 40 Millimeter Schneidenbreite und 4 Bohrstangen, davon eine kurze von 750 Millimeter Länge und 3 lange von 1,250 Meter Länge. Später wurden diese Bohrer nicht mehr mit dem Fäustel, sondern stossend gehandhabt, wodurch die Nachtheile der Schläge vermieden und die Arbeit selbst wesentlich erleichtert wurde und das Gezähe schnellen Eingang fand. Ein Einbruchsloch von 90 Centimeter Tiefe wurde in sehr fester, nasser Kohle in 53 Minuten, ein horizontales Bohrloch 79 Centimeter tief in 25 Minuten, ein Firstenbohrloch 84 Centimeter tief in 35 Minuten gestossen. Die Stossstange besteht aus 2 Centimeter starkem Rundeisen von 1,2 bis 1,6 Meter Länge, ihr unteres Ende ist mit einer quadratischen Vertiefung versehen, welche sich nach Innen verjüngt und in welche der Meissel mit seinem gleichfalls vierkantigen, genau einpassenden Zapfen eingesetzt werden kann. Der Meissel ist aus Gussstahl, 30 Centimeter lang und unten mit zwei scharfen, stumpfwinkelig sich kreuzenden Schneiden versehen. Die Bohrlochsweite beträgt 35 Millimeter, die Stossstange wiegt 3 bis 4 Kilogramm, der Meissel 0,5 Kilogramm. Auch auf Königin Luise Grube haben diese Bohrer Eingang gefunden, doch ist der Einsatzzapfen und das entsprechende Loch

[34]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1874. S. 360.

[35]) Jahrb. f. d. Berg- u. Hüttenmann im Königreich Sachsen 1877. Freiberg. S. 162.

[36]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20 B. S. 352. Bd. 21 B. S. 295.

[37]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 21 B. S. 295.

der Stossstange hier conisch und nicht quadratisch[38]). Auch in Westfalen werden die Versuche mit solchen Einsatzbohrern noch fortgesetzt[39]).

2. Das Fäustel.[40])

Das Fäustel wird wie oben S. 215 angegeben construirt und zum ein- und zweimännischen Bohren eingerichtet: die einmännischen macht man 1 bis 2 kg, die zweimännischen $3\frac{1}{2}$ bis $4\frac{1}{2}$ kg schwer, doch giebt man auch den einmännischen etwas grösseres Gewicht, wenn die Bohrlöcher nach Unten geführt werden, wie beim Abteufen, beim Strossenbau; der Helm ist beim einmännischen Bohren 260 bis 315 Millimeter, beim zweimännischen 625 bis 785 Millimeter lang. Die Bahnen sind gut zu verstählen, doch lässt man sie unverstählt, wenn die Bohrer ganz aus Stahl bestehen, was indess nicht zu empfehlen ist, weil die Bahnen sich sehr schnell abnutzen. Auf Himmelfahrt Fdgr. bei Freiberg hat man Versuche mit Fäusteln aus Gussstahl, Schmiedestahl und Eisen mit verstählten Bahnen angestellt und gefunden, dass zum Auffahren von 1 Meter Ort nöthig waren an Fäusteln aus Gussstahl 1,25 Pfund, aus Schmiedestahl 1,21 Pfund, aus verstähltem Eisen 9,00 Pfund[41]). Auf der Grube Glücksburg bei Ibbenbüren hat man mit Vortheil Fäustel aus Bessemerstahl in Benutzung genommen, welche nach halbjährigem Gebrauch noch nicht den geringsten Verschleiss gezeigt hatten[42]). Zu Andreasberg am Harz hat man Fäustel aus raffinirtem Stahl in Gebrauch genommen, welche trotz der höheren Anschaffungskosten sich billiger, als gewöhnliche Fäustel stellten, weil die Reparaturkosten bei Weitem geringer sind. Die gleichen Erfahrungen hat man in Lautenthal mit gussstählernen Fäusteln gemacht[43]). Der Ingenieur Nimax zu Essen hat Versuche mit sog. Phönixstahl, nach Martins Verfahren dargestellt, auf westfälischen Gruben unternommen und führt dieselben noch fort, sie berechtigen zu der Erwartung, dass diese Stahlsorte sich vor den anderen beim Gebrauch zu Fäusteln auszeichnen wird[44]).

Die Bohrfäustel von Grüson in Bukau aus Hartguss sind vielfach versuchsweise in Anwendung gekommen und empfehlen sich durch geringe Abnutzung und verhältnissmässige Billigkeit; ihre Brauchbarkeit ist aber deshalb zweifelhaft, weil bei Beschädigungen die Fäustel einer Reparatur nicht zu unterwerfen sind[45]).

Die Piemontesen benutzen bei den vorhin erwähnten Arbeiten sehr schwere Fäustel, deren Gewicht je nach der Richtung des Bohrlochs

[38]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 28B. S. 237.

[39]) Ebenda. Bd. 23B. S. 90.

[40]) André a. a. O. p. 130.

[41]) Jahrb. f. d. Berg- u. Hüttenmann. Freiberg 1877. S. 164.

[42]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 24B. S. 146.

[43]) Ebenda. Bd. 25B. S. 221.

[44]) Ebenda. S. 222.

[45]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. Salinenwesen.. Bd. 16B. S. 309.

verschieden ist; für Firstenbohrlöcher nehmen sie Fäustel von $3^1/_2$ Kilogr. Schwere, für mittlere Bohrlöcher solche von 5 Kilogr. und 262 Millimeter Länge mit einem Schwingungsradius von 314 Millimeter, einer Bogenhöhe von 26 Millimeter, einer Bahn von 39 Millimeter im Quadrat und einem Helm von 200 Millimeter Länge. Für Sohlenbohrlöcher beträgt das Gewicht der Fäustel sogar $5^1/_2$ Kilogr., die Länge 209 Millimeter, der Schwingungsradius 262 Millimeter, die innere Bogenhöhe 20 Millimeter und die Bahn 39 Millimeter im Quadrat. Die Leistungen der Piemontesen mit diesen Fäusteln übersteigen bei Weitem die einheimischer Bergleute[46]). Doch haben sich in neuester Zeit auch oberschlesische Bergleute gefunden, welche die Leistungen der Piemontesen erreichten. Auch in Kärnthen und Tyrol, überhaupt in den Alpenländern ist das hier bezeichnete Fäustel in Anwendung, wo eben so, wie durch die Piemontesen, das Bohren von unten nach oben, das sog. Schlenkerbohren, ausgeführt wird; der Helm ist ein elastischer krummer Fichtenast, so dass der Schlag schwingend von unten nach oben geführt werden kann; hier ist aber das Fäustel leichter, als vorhin von den Piemontesen angegeben, und nur 1 bis $1^1/_4$ Kilogr. schwer[47]) mit 0,5 Meter langem Stiel. Noch leichtere schmalbahnige Fäustel von 0,8 Kilogr. Gewicht mit 0,3 Meter langen elastischen Stielen werden beim Abwärts- und Vorwärtsbohren benutzt, was Uebung und Geschick erfordert, um vortheilhaftere Resultate zu ergeben, als das gewöhnliche Handbohren. Die Fäustel sind aus Gussstahl gefertigt, während die Bohrer, sowohl die Kronen-, wie die Schneidbohrer, in neuerer Zeit aus Bessemerstahl hergestellt wurden. Goebl berichtet über vergleichende Versuche, welche zu Přibram zwischen dem Schlenkerbohren und dem gewöhnlichen Handbohren angestellt und zu Gunsten des ersteren ausgefallen sind.

3. Der Krätzer.

Wenn das Bohrloch stark nach Unten geneigt ist, so fällt das Bohrmehl von selbst heraus, bei allen andern Richtungen des Bohrlochs muss es beseitigt werden, was durch den Krätzer geschieht, der also dem Löffel bei grösseren Bohrversuchen entspricht. Es ist eine dünne eiserne Stange, an deren unterem Ende ein Blatt, rechtwinkelig gegen die Stange, angebracht ist, mit dem man das Mehl auskratzt. Am andern Ende hat die Stange ein Oehr, in welches man Werg oder Lappen befestigen kann, um nassgebohrte Bohrlöcher vor dem Besetzen auszutrocknen.

4. Der Stampfer.

Der Stampfer (Ladestock, Ladeeisen) dient zum Besetzen des Bohrlochs nach der Ladung mit der Patrone. Es ist eine aus verschiedenen

[46]) Ebenda. Bd. 16B. S. 309.

[47]) Amtlicher Bericht über die Wiener Weltausstellung im J. 1873, erstattet durch die deutsche Centralcommission, Bd. 1. S. 35. — Zeitschr. f. B.-, H. u. S.-Wesen. Bd. 22B. S. 36. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1881. S. 478.

Materialien gefertigte Stange, die nach Unten kolbig ist, gleichsam einen Schuh zum Feststampfen der Besatzmasse hat; sie hat eine Spur oder Hohlkehle, in welche die Räumnadel oder Zündschnur passt; doch kommen auch andere Formen vor. Der grösste, am untern Ende befindliche Durchmesser ist nahe dem des Bohrlochs gleich zu machen.

Man wählt als Material weiches, ausgeglühtes Eisen, welches aber nicht ohne Gefahr ist, weil es beim Arbeiten an den Wänden Funken reisst; deshalb ist die vorgeschlagene Verstählung der unteren Bahn nicht zu empfehlen, übrigens auch unnöthig. Wegen der Gefährlichkeit des Eisens hat man Stampfer aus Kupfer angewendet und entweder den ganzen Stampfer oder nur den Schuh daraus gefertigt, auch hat man den Schuh aus Bronce oder anderen weichen Metallgemischen gemacht; obwohl die kupfernen Stampfer sich einer grossen Verbreitung erfreuen, lauten doch die Urtheile sehr verschieden, namentlich auf den Bergwerken bei Freiberg sehr ungünstig, weil sie sich zu schnell abnutzen[48]). Hölzerne Stampfer aus gut ausgetrocknetem Ahorn-, Roth-, und Weissbuchenholz setzen sehr weiches Besatzmaterial voraus, nutzen sich sehr schnell ab und verziehen sich leicht. Stampfer aus Eschenholz, oben mit einem eisernen Knopf oder eiserner Handhabe versehen, wurden bei Versuchen auf Freiberger Gruben[49]) in Gebrauch genommen und gaben zufriedenstellende Resultate. Auf den Steinkohlengruben in Lothringen[50]) findet der hölzerne Stampfer sehr ausgedehnte Anwendung. Auch auf der cons. Cäsargrube bei Waldenburg[51]) hat man hölzerne Stampfer aus amerikanischem Pockholz angewendet, 87 Centimeter lang, 2 Centimeter dick; dieselben sind oben mit einem eisernen Ring versehen, sie werden aber, um sie nicht zu beschädigen, mit einem hölzernen Fäustel beim Besetzen geschlagen.

5. Die Räumnadel.

Die Räumnadel soll niemals aus Eisen gefertigt sein, weil durch sie das Funkenreissen noch viel leichter eintritt, als beim Stampfer, man macht sie daher aus Rothkupfer oder dessen Legirungen mit Zinn. In England ist die Anwendung eiserner Räumnadeln durch Gesetz vom 10. August 1872 verboten[52]). Die Räumnadel ist konisch nach Unten zulaufend, muss eine geglättete Oberfläche haben, oben ist ein eiserner Ring angelöthet oder angenietet; sie wird $6\frac{1}{2}$ bis 10 Millimeter stark gemacht, bei weiten Bohrlöchern höchstens 13 Millimeter. Man hat Nadeln aus Legirungen von Zinn

48) Gaetzschmann a. a. O. S. 377.

49) Förster in Jahrbuch f. d. Berg- u. Hüttenmann auf d. J. 1864. Freiberg. S. 230.

50) Levy: über Sprengarbeit in d. berg- u. hüttenm. Ztg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1864. S. 97.

51) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26B. S. 370.

52) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1872 S. 378. — Dr. Brassert: Zeitschr. f. Bergrecht. Bonn 1873. S. 77.

und Blei gefertigt, sie taugen ebenso wenig als Nadeln mit Ueberzügen aus weichen Metallcompositionen; auch hat man hölzerne Nadeln in Verbindung mit hölzernen Stampfern benutzt, doch sind sie ihrer Zerbrechlichkeit und des leichten Verziehens wegen nicht zu empfehlen, ebenso wenig aus Fischbein, die sich gleichfalls verziehen. Durchbohrte Nadeln, welche der beim Besetzen zusammengepressten Luft den Ausweg gestatten sollen, hat man versuchsweise bei Freiberg angewendet, doch waren sie zu schwach.

An Stelle der Räumnadel hat man zur Bildung des Schiesskanals auf Königin Luise Grube in Oberschlesien[53]) nach dem Beispiele auf nordamerikanischen Gruben eiserne Schiessröhren in Benutzung genommen. Dieselben haben eine Länge von 1,2 Meter und 1 Centimeter äusseren Durchmesser, sie werden in den Pulverbesatz gesteckt und treten an Stelle des sonst nöthigen Zündhalms, machen aber die Räumnadel entbehrlich. Sie leiden in Folge des Schusses nur wenig, etwaige Biegungen können leicht wieder ausgerichtet werden. Der allgemeinen Anwendung steht das bergpolizeiliche Verbot eisernen Schiesszeuges entgegen, die Benutzung kupferner Röhren aber würde zu kostspielig sein.

6. Das Hilfsgezähe.

Die Scheere (Kluppe), ein zangenartiges Instrument, dient zum Herausholen abgebrochener Stücke aus dem Bohrloche, erscheint überflüssig. — Der Letten- oder Trockenbohrer, eine kolbenartige, möglichst glatte Bohrstange, dient bei nassen Bohrlöchern dazu, die Wände mit Letten zu verschmieren, um sie für das Besetzen trocken zu erhalten; sie ist oben mit Oehr oder Handgriff versehen, auch hat man wohl einen Schlüssel, um die Stange zu drehen. — Eine Bohrscheibe aus Pappe oder Filz wird auf den Bohrer gesetzt und bedeckt bei nassgebohrten Löchern die Mündung, um den herausspritzenden Schmand von der Hand das Arbeiters abzuhalten. — Der Bohrtrog dient zur Herbeibringung des Wassers, mit dem man das Loch füllt, um nass zu bohren.

b. Sprengmaterialien.[54])

1. Gewöhnliches Schiesspulver.[55])

Das gewöhnliche Schiesspulver, im Jahre 1613 in Freiberg durch Martin Weigel zur Sprengung beim Bergbau versucht, (vgl. S. 218) aber erst 1631 in Deutschland, sogar erst 1670 in England zur allgemeineren

[53]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26B. S. 371.

[54]) C. Luckow: Ueber Sprengpulver und Sprengpulver-Surrogate mit bes. Berücksichtigung eines neuen, von der Firma: Gebr. Krebs & Comp. in Deutz bei Cöln unter dem Namen: „verbesserter Lithofracteur“ in den Handel gebrachten Sprengmaterials. Deutz 1869. — Trauzl: explosive Nitrilverbindungen, insbesondere Dynamit und Schiesswolle, deren Eigenschaften und Verwendung in der

Anwendung gelangt[56]), ist bis vor Kurzem das Hauptsprengungsmaterial gewesen und hat auch zur Zeit vermöge seiner langsam reissenden Eigenschaft noch eine sehr verbreitete Verwendung. Nach Hoppe ist das Schiesspulver erst nach dem Jahre 1354 in Europa bekannt geworden und scheint von Asien (Indien, China) aus über Afrika durch die Saracenen eingeführt zu sein; die Ansicht, dass es von Berthold Schwarz in Gosslar erfunden sei, wird für eine Fabel erklärt. Das Pulver von normaler Zusammensetzung entspricht nach der Theorie der chemischen Formel = $\dot{K}\ddot{\ddot{N}} + 3\ C + S$ in der Voraussetzung, dass sich bei der Entzündung N, $3\ \ddot{C}$, KS bilden sollen; in Procenten ausgedrückt enthält das normale Pulver 74,84 Procent Salpeter, 11,84 Procent Schwefel und 13,32 Procent Kohlenstoff, von welcher Masse 1 Gramm 330,92 Kubikcentimeter Gas giebt. In der Wirklichkeit gestalten sich aber die Verbrennungsprodukte wesentlich anders, wobei theils die vorhandene Feuchtigkeit, theils der Gehalt der Kohle an Sauerstoff und Wasserstoff mitwirken[57]). Bunsen und Schischkoff fanden bei Untersuchung eines Jagdpulvers[58]), welches bestand aus

Salpeter		= 78,99 pCt.
Schwefel		= 9,84 „
Kohle =	Kohlenstoff = 7,69 pCt. Wasserstoff = 0,41 „ Sauerstoff = 3,07 „	= 11,17 „
		100,00 pCt.

folgende Zusammensetzung:

Sprengtechnik. Wien 1870. — Derselbe: über neue Sprengstoffe i. d. Verhandl. des Vereins z. Beförd. des Gewerbfleisses. 1883. Sitzungsber. S. 10. — Henry in Annales des mines t. 19. p. 2. — Breslauer Gewerbeblatt. Organ des Breslauer und schlesischen Central-Gewerbevereins. Redacteur: Dr. Fiedler. Breslau 1871. S. 17. — Dr. J. Upmann und Dr. E. v. Meyer: das Schiesspulver, die Explosivkörper und die Feuerwerkerei. Braunschweig 1874. — Dr. Gintl: die Zündwaaren und Explosivstoffe. Officieller Ausstellungsbericht herausgegeben durch die Generaldirektion der Wiener Weltausstellung (Gruppe III, Section 5.). Wien 1873. — Die Sprengtechnik in Zeitschr. des berg- und hüttenm. Vereins für Kärnthen. Klagenfurt 1874. S. 322. — Dr. Boeckmann: Die explosiven Stoffe, ihre Geschichte, Fabrikation, Eigenschaften, Prüfung und praktische Anwendung. Wien 1880. — Gantert in Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 25. S. 21. 97. 157. 229; auch in Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins f. Steiermark und Kärnthen. Klagenfurt 1881. S. 195. 280.

[55]) Dr. J. Upmann: das Schiesspulver, dessen Geschichte, Fabrikation, Eigenschaften und Proben. Braunschweig 1874. — André a.a.O. p.193. — Dr. Boeckmann a. a. O. S. 12.

[56]) The Mining Journal. London 1873. Vol. 43. p. 620. — Dr. Boeckmann a. a. O. S. 16.

[57]) R. Bunsen und L. Schischkoff in Poggendorf Annalen Bd. 102. S. 321.

[58]) Chemisches Centralblatt 1858. S. 307. — Dr. Upmann a. a. O. S. 160. —

	des Rückstandes	des Pulverrauchs
schwefelsaures Kali	56,62 pCt.	65,29 pCt.
unterschwefligtsaures Kali	7,57 „	4,90 „
kohlensaures Kali	27,02 „	23,48 „
Schwefelkalium	1,06 „	— „
Kalihydrat	1,26 „	1,33 „
Cyankalium	0,86 „	0,55 „
Salpeter	5,19 „	2,48 „
Kohle	0,97 „	1,86 „
kohlensaures Ammonium	— „	0,11 „
	100,55 pCt.	100,00 pCt.

der Gase

Kohlensäure	= 52,67 pCt.
Stickstoff	= 41,12 „
Kohlenoxydgas	= 3,88 „
Wasserstoff	= 1,21 „
Schwefelwasserstoff	= 0,60 „
Sauerstoff	= 0,52 „
	100,00 pCt.

Hiernach liefert 1 Gramm dieses Pulvers nur 193,1 Kubikcentimeter Gas d. i. noch nicht $^2/_3$ der theoretischen Menge.

Die Verbrennungstemperatur des Pulvers beträgt 919,5 Grad Celsius, und die Flammentemperatur des Pulvers, dessen Gase sich im geschlossenen Raume entwickeln, 3340 Grad Celsius. Der Druck der Gase beträgt sicher nicht mehr als 4500 Atmosphären, wenn er auch von Einzelnen zu 50000 bis 100000 Atmosphären angegeben wird. Die theoretische Arbeit von 1 Kilogramm Pulver ist 67,410 Kubikmeter, Combes[59]) vergleicht sie mit einer Leistung, durch welche 35,913 Kilogramm auf 1 Meter Höhe gehòben werden, desgl. giebt Poncelet 38,354 Kilogramm an.

Roux und Sarrau haben mit Hilfe eines besonders dazu construirten Apparats die Leistungsfähigkeit und die Verbrennungstemperatur verschiedener Pulversorten untersucht. Gewöhnliches Sprengpulver, welches 62 pCt. Salpeter, 20 pCt. Schwefel und 18 pCt. Kohlenstoff enthält, zeigte bei diesen Versuchen, dass 1 Kilogramm Pulver 570,2 Wärmecalorien entwickelte, das Gewicht der Gase 0,499 Klgr. betrug bei einer Temperatur von 3372 Grad Celsius und einem Volumen von 307 Liter (0,307 Kubikmeter); der Druck der Gase ermittelte sich zu 4792 Atmosphären[60]).

Dr. Boeckmann a. a. O. S. 172. — O. Hoppe: Beiträge zur Geschichte der Erfindungen.

[59]) Combes: traité de l'exploitation des mines. Paris 1844. t. I. p. 283.

[60]) Roux und Sarrau in Dingler polyt. Journal. Bd. 209. S. 303. Bd. 210. S. 21. — Der Naturforscher. Wochenblatt zur Verbreitung der Fortschritte in den Naturwissenschaften. Berlin 1874. S. 479.

Mit einem anderen Apparat bestimmten Leygue und Champion die Entzündungs- und Detonationstemperatur von Jagdpulver zu 288 Grad Celsius, von Geschützpulver zu 295 Grad Celsius; für Sprengpulver findet sich keine Stelle in der Versuchsreihe[61]).

Bertholet ermittelte, dass 1 Kilogramm Sprengpulver mit 65 pCt. Salpeter, 20 pCt. Schwefel, 15 pCt. Kohlenstoff 380000 Wärmecalorien und 0,355 Kubikmeter Gas erzeugt; hat das Pulver Kohlenstoff im Ueberschuss (64,5 pCt. Salpeter, 10,5 pCt. Schwefel, 24 pCt. Kohlenstoff), so steigen die Wärmecalorien auf 429000 und das Gasvolumen auf 0,510 Kubikmeter[62]).

Nach Untersuchungen von Nobel und Abel zersetzt sich Pulver, in einem geschlossenen Gefässe abgefeuert, in 57 Gewichtsprocente feste Rückstände und 43 Gewichtsprocente Gase, welche letztere ein Volumen von 0,280 Kubikmeter einnehmen; die festen Rückstände bestehen aus kohlensaurem, schwefelsaurem, salpetersaurem, unterschwefligtsaurem Kali, Einfachschwefelkalium, Schwefelcyankalium, Kali, Ammonium-Sesquicarbonat, Schwefel und Kohle, die Gase aus Kohlensäure, Kohlenoxyd, Stickstoff, Schwefelwasserstoff, Kohlenwasserstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Die Spannung der Gase wurde zu 6400 Atmosphären, die Wärmecalorien zu 705000, die Explosionstemperatur zu 2200 Grad Celsius ermittelt[63]).

Das Grubenpulver enthält im Allgemeinen weniger Kalisalpeter als Kriegspulver und ist weniger lebhaft (vive), weil es nicht fortschleudern, sondern die Massen nur erschüttern und lockern soll. Verschiedene Analysen geben für österreichisches Pulver 75 pCt. Salpeter, 10 pCt. Schwefel, 15 pCt. Kohle, für preussisches Kriegspulver nach Magnus 75 pCt. Salpeter, 12½ pCt. Schwefel, 12½ pCt. Kohle, nach Gottlieb 75 pCt. Salpeter, 11½ pCt. Schwefel, 13½ pCt. Kohle. In Frankreich[64]) ist die Zusammensetzung:

	Salpeter	Schwefel	Kohle
für Kriegspulver	75 pCt.	12½ pCt.	12½ pCt.
für Jagdpulver	78 „	10 „	12 „
für Sprengpulver	65 „	20 „	15 „

Das auf den Mansfeldischen Bergwerken[65]) angewendete Grubenpulver enthält 66,36 pCt. Salpeter, 11,75 pCt. Schwefel, 20,95 pCt. Kohle mit 0,93 pCt. Wasser; auf den Bergwerken am Harz verwendet man aus der Lautenthaler Pulvermühle Pulver mit

61) Leygue und Champion in Dingl. polyt. Journ. Bd. 203. S. 303; Bd. 218. S. 227. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1872. S. 183.

62) Dr. Wagner in Dingl. polyt. Journ. Bd. 203. S. 304. — Berg- u. hüttenm. Zeitung a. a. O. S. 183.

63) Der Naturforscher. Berlin 1874. S. 358.

64) Combes a. a. O. S. 280.

65) Dingler polyt. Journ. Bd. 146. S. 234.

	a	d	e
Salpeter	63,12 pCt.	61,94 pCt.	64,32 pCt.
Schwefel	26,44 „	16,56 „	16,24 „
Kohle	19,18 „	20,04 „	17,76 „
Wasser	1,30 „	1,33 „	1,67 „

wovon a die stärkste Sorte mit grobem und mittlerem Korn, e die schwächste Sorte mit feinstem Korn ist.

Die Zusammensetzung des Sprengpulvers ist nach Upmann[66])

	Salpeter	Schwefel	Kohle
in Deutschland	66,0 pCt.	12,5 pCt.	21,5 pCt.
in Italien	70,0 „	18,0 „	12,0 „
in Frankreich	62,0 „	18,0 „	20,0 „
in Oesterreich	60,25 „	21,30 „	18,45 „

Von Gurlt werden schätzenswerthe Mittheilungen über die Zusammensetzung verschiedener Pulversorten gemacht[67]), auch eben da die Wirkungen des Pulvers, namentlich seine Brisanz des Weiteren erörtert, was von H. Hoefer mit Hilfe mathematischer Untersuchungen eingehender noch durchgeführt wird[68]). — In Bezug auf die Zusammensetzung ist noch zu erwähnen, dass man in neuerer Zeit den Zusatz von Salpeter erhöht, um eine schnellere Explosion herbeizuführen.

Die Eigenschaften eines guten Pulvers bestehen in der Gleichmässigkeit des Korns, welche eine gleichmässige Entzündung herbeiführt und durch das Auge zu beurtheilen ist, in der Härte des Korns, welche man durch einen Versuch, das Pulver in der hohlen Hand zu zerdrücken, prüft; ferner muss es frei von Staub sein, was man durch Hin- und Herrollen mehrerer Körner auf weissem Papier untersucht, endlich muss es trocken sein, weil feuchtes Pulver eine geringere Wirkung hat, indess lässt sich feuchtes Pulver vorher trocknen, wiewohl es nach einer vollständigen Durchnässung durch die Trocknung die früheren Eigenschaften nicht wieder erhält; daher muss man die Pulvervorräthe bei der Aufbewahrung durch sorgsame Verpackung in Fässern oder Ledersäcken vor Feuchtigkeit bewahren. Polirtes Pulver entzündet sich schwerer und leistet weniger, rauhes, splitteriges, nicht rundes entzündet sich schneller, ist aber weniger dauerhaft und giebt mehr Staub. Versuche[69]) haben ergeben, dass die

[66]) Dr. Upmann a. a. O. S. 62. — Dr. Boeckmann a. a. O. S. 106.

[67]) Gurlt: Betrachtungen über die Theorie des Sprengens in „der Civilingenieur" Freiberg 1854. Neue Folge I. Band S. 248.

[68]) H. Hoefer: Beiträge zur Spreng- und Minen-Theorie. Wien 1880; II. Theil. Wien 1881; III. Theil. Wien 1882; Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1880. S. 135; 1881. S. 249; 1882. S. 179. — Zeitschr. deutsch. Ingen. Bd. 27. S. 140.

[69]) Berggeist. Jahrg. 1867. S. 133, auch: österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen 1867. S. 191

Grösse des Pulverkorns auf den Effect Einfluss übt, und dass das feinere, etwa durch ein Sieb von 3 Millimeter Lochkaliber hindurchgegangene eine grössere Wirkung auf der Schlagprobe äusserte, als das auf dem Sieb zurückgebliebene Korn; je feiner das Pulver ist, ein um so grösseres Gewicht zeigt die Volumeneinheit, und da das Pulver nach Gewicht bezahlt, aber nach dem Volumen gebraucht wird, so muss man beim Gebrauch von feinem Pulver geringere Quantitäten anwenden und wird dann geringere Kosten haben. In Betreff des Transports und der Aufbewahrung des Pulvers bestehen in Preussen besondere Polizeivorschriften, die sich namentlich auch über die Stellung der Pulverthürme und die darin aufzuhebenden Quantitäten auslassen, auch Bestimmungen über die in Privathäusern zu bewahrenden Quantitäten enthalten; Pulverthürme müssen mit Blitzableitern versehen werden. In neuerer Zeit sind derartige Verordnungen vom Oberbergamt zu Dortmund unterm 30. August 1876[70]) und vom Oberbergamt zu Breslau unterm 13. November 1875[71]) erlassen, welche sich gleichzeitig auf die Aufbewahrung, die Verausgabung und den Gebrauch anderer Sprengstoffe ausdehnen. Die Breslauer ist erneuert und ergänzt durch eine Verordnung vom 29. August 1882 über den Gebrauch der Sprengstoffe[72]). Eine allgemeine derartige Verordnung ist für Preussen unterm 25. September 1879 ergangen[73]). Auch in England und in anderen Ländern bestehen derartige Vorschriften und im ersteren Lande hat die im Jahre 1874 auf dem Regent Canal stattgehabte grosse Pulverexplosion zu neuer legislativer Thätigkeit Veranlassung geboten[74]), welche zum Erlass der Explosives Act 1875 vom 14. Juni 1875 geführt hat[75]). Auch in Oesterreich ist eine derartige Verordnung von den betheiligten Ministerien unterm 2. Juli 1877 erlassen worden[76]).

Erwähnenswerth ist, dass die englischen Gesetze über die Kohlen- und die Erzbergwerke vom 10. August 1872 bestimmen, dass Pulver (oder andere explodirbare und entzündbare Stoffe) unter Tage nicht in Vorrath aufbewahrt werden dürfen, sie dürfen nur in einem Kasten oder in einer Büchse, welche nicht mehr als 2 kg enthält, in das Bergwerk gebracht werden und kein Arbeiter darf mehr, als einen solchen Kasten oder eine solche Büchse gleichzeitig im Gebrauch haben; übrigens dürfen die Sprengstoffe nur in Gestalt von Patronen in die Grube gelangen. Auch ist hier

[70]) Dr. Brassert: Zeitschr. f. Bergrecht. Bonn. Bd. 18. S. 1.

[71]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 24 A. S. 15.

[72]) Ebenda. Bd. 30 A. S. 33. — Zeitschr. des oberschles. berg- u. hüttenm. Vereins. 1882. S. 208. — Zeitschr. f. Bergrecht v. Dr. Brassert. Bd. 24. S. 1.

[73]) Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses. Berlin 1879. S. 451.

[74]) The Engineer. London 1874. pag. 385. — The Mining Journal. London 1874. pag. 1272; 1875. p. 731; 1877. p. 338.

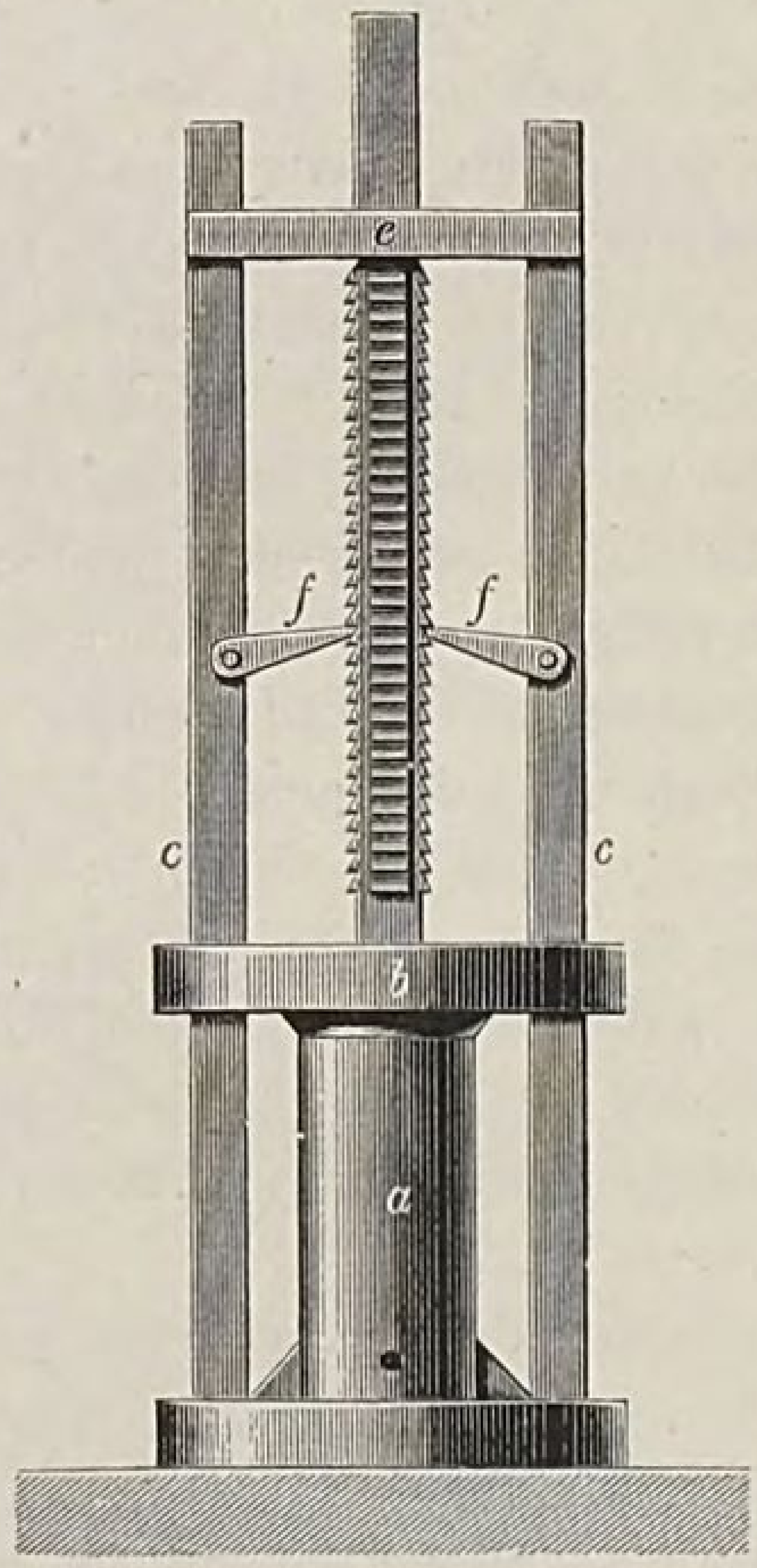
[75]) The Mining Journal. London. Vol. 47. p. 338.

[76]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1877. S. 491.

vorgeschrieben, dass versagt habende Schüsse nicht ausgebohrt werden dürfen[77]).

Die Erfahrung, dass die neueren, später zu behandelnden Sprengmittel namentlich die Nitrilpräparate, nur durch Detonationszünder oder Zündkapseln mit Knallsatz zweckmässig zur Explosion gebracht werden können, hat dahin geführt, diese Zünder auch beim Schiesspulver anzuwenden, wodurch eine viel grössere Wirkung desselben erreicht worden ist[78]). Die gewöhnliche Zündmethode hat man Explosion zweiter, die mit Zünder

Fig. 141.



solche erster Ordnung genannt, wobei Versuche ergeben haben, dass die Explosionskraft des Schiesspulvers 4,34 mal so gross ist, wenn es mittelst Detonationszünder explodirt wird[79]).

Das Probiren der Stärke des Pulvers erfolgt in verschiedener Weise[80]). Die Mörserprobe wird wohl nur für Kriegspulver angewendet. Ein kleiner Mörser, der unter 45 Grad Neigung aufgestellt wird, erhält in besonderer Kammer ein abgewogenes Quantum Pulver, auf den Rand

[77]) Dr. Brassert Zeitschr. f. Bergrecht. Bonn 1873. S. 47. -- Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1872. S. 377.

[78]) Burkart: die neueren Versuche mit verschiedenen Sprengmitteln in England in Berggeist. Köln 1872. S. 507; Glückauf. Essen 1872. No. 45; österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1872. S. 348.

[79]) Naturforscher. Berlin 1874. S. 479.

[80]) Dr. Upmann a. a. O. S. 179. — Dr. Boeckmann a. a. O. S. 184.

der Kammer wird eine Kugel von Kupfer oder Bronce von bestimmtem Gewicht ohne Pflaster aufgelegt, wobei das Pulver nicht gedrückt werden darf; dabei ist entscheidend die durch das Pulver bewirkte horizontale Wurfweite der Kugel[81]). — Die Stangenprobe wird in den Bergwerksmagazinen am Harz, in Freiberg sehr häufig benutzt. Ein auf fester Unterlage stehender kleiner Mörser a, Fig. 141, trägt eine Platte b von bestimmtem Gewicht, welche in zwei auf dem Rande des Mörsers befindlichen Stangen cc ihre Führung hat; aus der Platte erhebt sich eine gezahnte Stange d, welche mittelst eines Steges e gleichfalls durch die Seitenstangen geführt wird; von den letzteren gehen nach der gezahnten Stange zwei Sperrklinken ff, die gezahnte Stange enthält eine Skale. Wird das in dem Mörser befindliche Pulver durch das Zündloch entzündet, so wird die Platte mit der Stange in die Höhe getrieben und auf dem höchsten Punkte durch die Sperrklinken zurückgehalten, so dass man die Wurfhöhe ablesen kann. — Eine etwas anders eingerichtete Mörserprobe wird statt der bisher in Benutzung gewesenen Pistolenprobe auf den Saarbrücker Gruben angewendet[82]); statt der gezahnten Stange mit Sperrklinken ist eine Feder vorhanden, welche von dem in 2 Führungsstangen laufenden Deckel des Mörsers bei der Explosion mit in die Höhe genommen wird, der Deckel fällt frei hinunter, während die Feder hängen bleibt, so dass man die Kraft des Explosivstoffes an der graduirten Führungsstange ablesen kann. Die Pistolenprobe besteht aus einem pistolenartigen Lauf, dessen Mündung durch eine Platte geschlossen ist; dieselbe sitzt an dem Umfange eines durch eine Feder zurückgehaltenen Rades, an welchem sich eine Gradeintheilung befindet. Das Pulver wirft bei der Entzündung die Platte zurück, so dass man am Rade das Maass der Zurückwerfung ablesen kann. Andere Proben messen die Stärke des Pulvers durch den Rückstoss, so z. B. die Pendelprobe u. a. m., doch sind auf den Bergwerken die beschriebenen die gebräuchlichsten. Eine geeignete Pendelprobe wird in Oesterreich zur Bestimmung der Brisanz verschiedener Sprengstoffe benutzt[83]). An einem Pendel von 2 Meter Schwingungslänge hängt der cylinderische, schmiedeeiserne Schwingungskörper S (Fig. 142) von 79 Millimeter Durchmesser, 197 Millimeter Achsenlänge und 9,7 Kilogramm Gewicht; derselbe hat an der einen Stirnseite eine cylinderische Vertiefung von 52 Millimeter Durchmesser und 26 Millimeter Tiefe, auf welche kreisförmige Kupferplatten k von 4 oder 6 Millimeter Dicke bündig aufgelegt werden. An diese Kupferplatten werden die je 17 oder 8,5 Gramm des Sprengpräparats enthaltenden cylinderischen Weissblechbüchsen p von

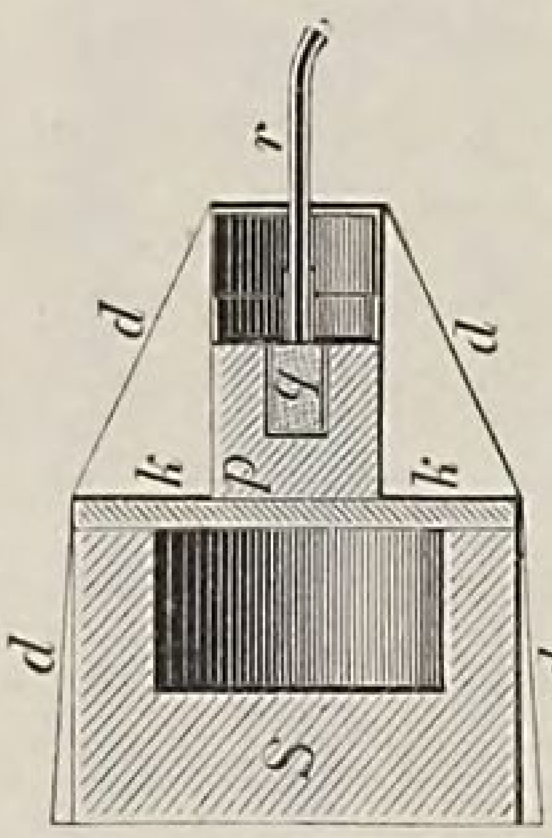
[81]) Combes a. a. O. S. 281.

[82]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26 B. S. 371. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1879. S. 327. — Dingler polyt. Journal. Bd. 232. S. 231.

[83]) Dingler polyt. Journal. Bd. 221. S. 551.

31 Millimeter Durchmesser mit der einen Stirnfläche centrisch und bündig angelegt, während über die andere Stirnfläche gekreuzte Messingdrähte dd geführt werden, welche die Büchse, wie die Kupferplatte an der Stirn des Schwungkörpers genau festhalten. Die Ladung des Sprengpräparats nimmt je nach dessen Natur innerhalb der Büchse verschiedene Höhen ein, weshalb der abschliessende Deckel verschiebbar hergestellt werden muss. An diesen Deckel ist eine in das Innere der Sprengladung führende cylinderische Hülse angelöthet, welche die Sprengkapsel q aufzunehmen hat, an diese Sprengkapsel schliesst sich die zur Zündung dienende Birkford'sche Zündschnur r. Nach der Explosion wird der Ausschlag des Pendels in Graden und die nach Innen gekehrte Ausbauchung der Kupferplatte,

Fig. 142



letztere vermittelst eines Abklatsches auf Guttapercha, in Cubikcentimetern gemessen und hierdurch die relative Kraft des Sprengpräparats bestimmt.

Von Kosteritz und Hess[83a]) wird folgender Brisanzmesser empfohlen. In der Mitte eines Gasrohrs von 33 Millimeter innerer Weite und 500 Millimeter Länge wird die zu prüfende 17 Gramm wiegende Ladung innerhalb einer cylinderischen Weissblechbüchse von 31 Millimeter äusserem Durchmesser mit im Innern verschiebbaren Deckel untergebracht. An den Boden des Büchschens stösst ein kreisrundes Plättchen von Bessemerstahl von 3,3 Millimeter Dicke und 31 Millimeter Durchmesser, an dieses aber ein Cylinder aus gezogenem Blei von gleichem Durchmesser und 20 Millimeter Höhe. Die freie Stirnfläche desselben berührt das eine Ende eines beiderseits stumpf konisch zulaufenden im Uebrigen cylinderischen Dorns aus gehärtetem Stahl, an dessen anderem Ende ein gleicher Bleicylinder anliegt. Alle Theile werden genau centrirt in eine Papierhülse von 31,5 Millimeter innerem und 32 Millimeter äusserem Durchmesser und mit dieser in das Gasrohr eingesetzt. Die Probepatrone ist mit Zündkapsel und aus dem Gasrohr hervorragender Zündschnur versehen, der leere Theil des Gasrohrs wird mit Sandfüllung und beiderseits mit einem Lettenpfropfen fest besetzt. Das Gasrohr wird in vertikaler Richtung etwa zur Hälfte in den Erdboden eingesetzt und die Explosion bewirkt. Durch diese wird

[83a]) Dingler polyt. Journal. Bd. 229. S. 529. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1878. S. 442.

das Gasrohr am Sitze der Patrone jedesmal zerrissen und ausgeweitet, so dass man die Bleicylinder mit den Stahltheilen leicht herausnehmen kann. Beide Bleicylinder zeigen Vertiefungen, welche sie durch den Stahldorn erhalten haben, aus deren Grösse man auf die Stärke des Sprengmittels schliessen kann. Ist die Vertiefung in dem der Patrone zugekehrten Cylinder grösser, so ist die Wirkung des Sprengmittels eine vorwiegend brisante, im anderen Falle aber eine mehr schiebende. — Eine andere Bleiprobe ist auf der Pulverfabrik zu Rottweil u. a. O. eingeführt. Fig. 142 a b c[83b]). Dieselbe besteht darin, dass die Wirkung des Sprengpulvers eine Volumvergrösserung von Bleicylindern verursacht und diese Volumvergrösserungen

Fig. 142 a.

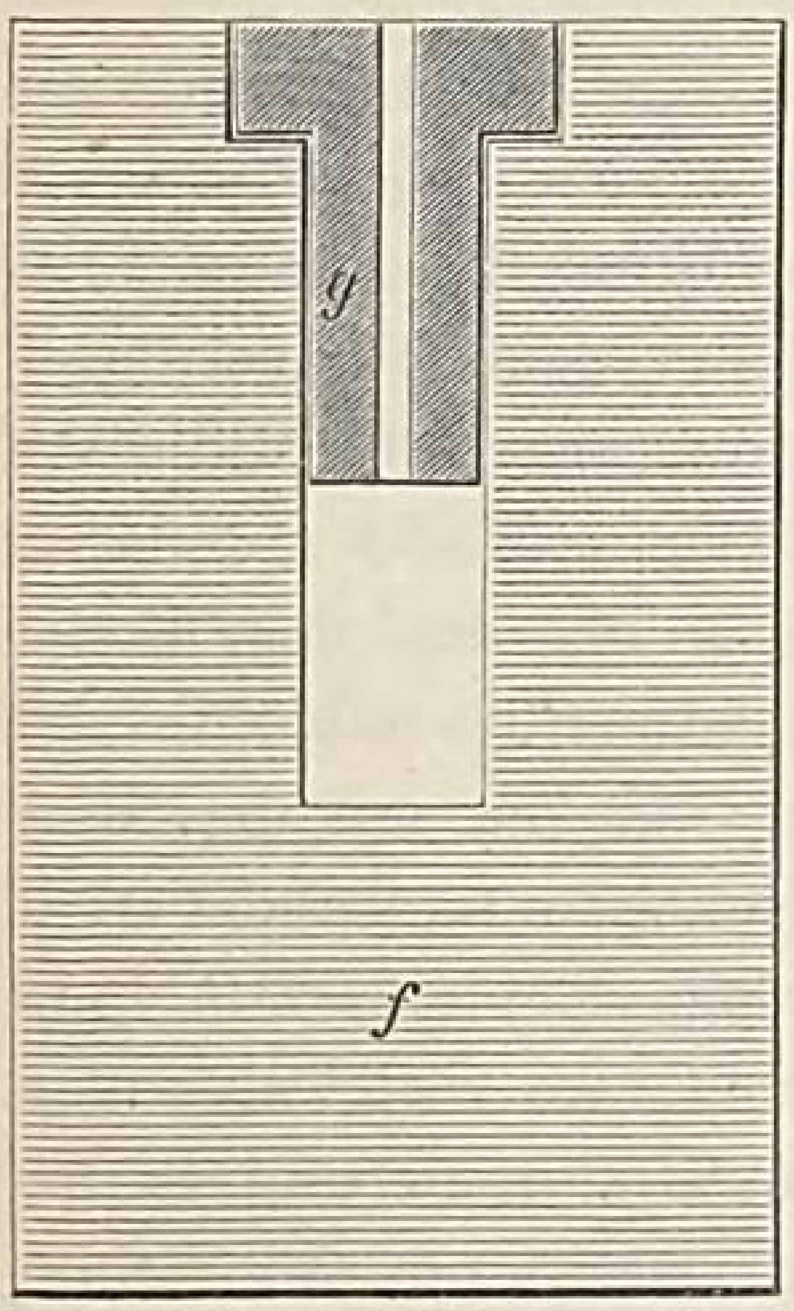


Fig. 142 b.

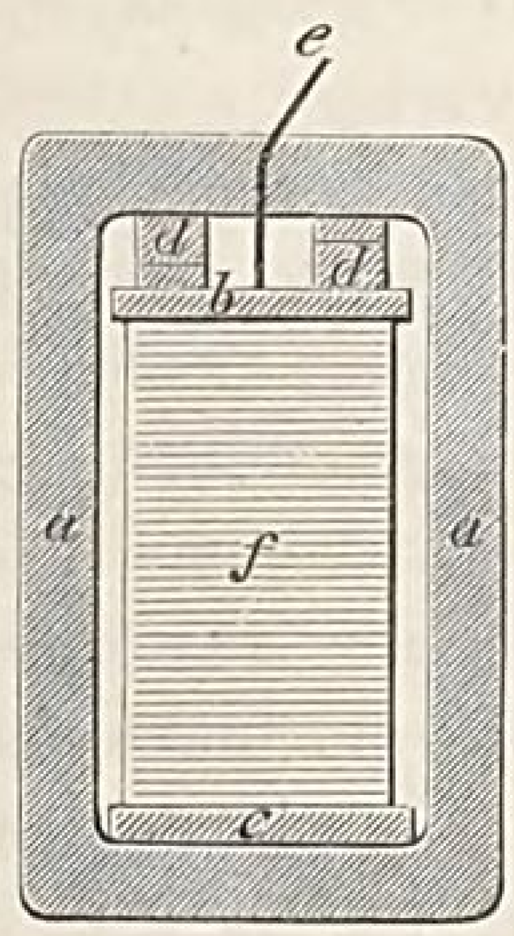
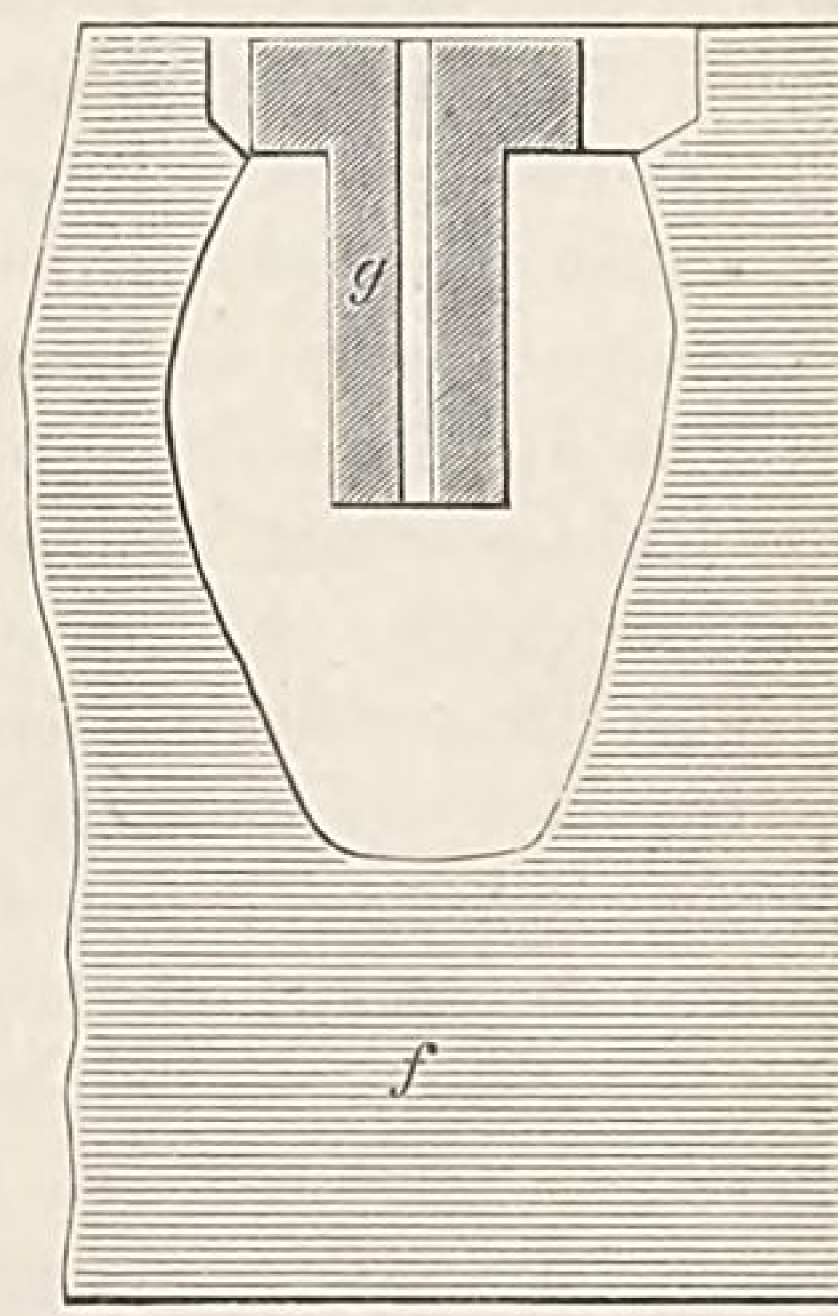


Fig. 142 c.



der nach einem und demselben Modell gegossenen Cylinder, mit verschiedenen Sorten geladen, unter einander verglichen werden. Der Bleicylinder f hat einen äusseren Durchmesser von 140 Millimeter bei 230 Millimeter Höhe; von der einen Stirnseite ausgehend, ist in der Richtung der Achse des Cylinders eine Höhlung von 33 Millimeter Lichtweite und 144 Millimeter tief, die an der Stirnseite mit einem erweiterten Ansatz von 64 Millimeter Durchmesser bei 19 Millimeter Tiefe versehen ist; für die eigentliche 33 Millimeter weite Höhlung bleiben daher unter dem Ansatz noch 125 Millimeter im Inneren des Cylinders. In diese Höhlung wird ein entsprechend gedrehter schmiedeeiserner Zapfen g eingesetzt, der am Ansatz aufliegt und zu diesem Behuf einen Kopf von 63 Millimeter Durchmesser bei 20 Millimeter Höhe — entsprechend dem obigen Ansatz — erhält, während der übrige Theil mit 32 Millimeter Durchmesser vom Ansatz aus auf 64 Millimeter Länge in die Höhlung hineinragt. Dieser Zapfen ist nach seiner ganzen Länge in der Mittellinie mit einer 7 Millimeter weiten

[83b]) Lerch: Berggeist. Köln 1882. S. 157; Glückauf. Essen 1882. No. 50; berg- u. hüttenm. Zeitung. Leipzig 1882. S. 185.

Oeffnung für die Zündschnur durchbohrt. Die Ladung, welche in den noch bleibenden Hohlraum von 33 Millimeter Lichtweite und 61 Millimeter Tiefe eingebracht wird, beträgt für die verschiedenen Pulversorten 50 Gramm. Ehe nun die Ladung eingebracht wird, wird das Volumen des Hohlraumes, der mit dem schmiedeeisernen Zapfen geschlossen ist, durch Auffüllung mit Wasser gemessen und dabei aus einem Glasgefäss mit Cubikcentimeter-Eintheilung so lange Wasser nachgegossen, bis das Wasser eben aus dem Zündloch des Zapfens auszutreten beginnt. Nachdem der Hohlraum entleert und getrocknet ist, wird das zu prüfende Sprengpulver eingeschüttet und der Zapfen mit Zündschnur, die etwa zur Hälfte der Pulverhöhe in das Pulver hineinragt und im Ganzen ca. 500 Millimeter lang ist, aufgesetzt. Der Cylinder wird nun an der oberen Stirnseite mit einer schmiedeisernen Deckplatte b versehen und auf eine ebensolche Bodenplatte c gestellt, hierauf sammt den beiden Platten in einen in sich abgeschlossenen geschweissten schmiedeisernen Rahmen a (von 35 Millimeter starken Vierkanteisen) eingesetzt und zwischen der Deckplatte und dem Rahmen durch zwei Paar Gegenkeile d festgeklemmt. Dieser Rahmen hat 300 Millimeter lichte Höhe und 155 Millimeter lichte Weite; er steht aufrecht und ist an einer Schmalseite frei, ohne besondere Befestigung in eine auf dem Boden befindliche Holzdiele eingelassen. Die ganze Vorrichtung ist daher in sich abgeschlossen und kann die Wirkung des Pulvers sich nur auf den Bleicylinder erstrecken, dessen Hohlraum durch den Schuss ausgebaucht wird. Während die Mantellinie des Cylinders vor dem Schuss eine gerade Linie bildet, ist dieselbe nach dem Schuss in der Gegend, wo das Pulver lag, nach aussen gekrümmt, so dass der Cylinder im Hohlraum und an der äusseren Begränzungslinie eine Ausbauchung zeigt. Der durch den Schuss erweiterte Hohlraum wird nun ebenso gemessen, wie vor dem Schuss, d. h. mit aufgelegtem Zapfen und hiernach die wirkliche Erweiterung durch den Schuss erhalten.

Klose hat den Werth der Pulverproben, wie sie in Saarbrücken angewendet sind, auch der letzterwähnten, ausführlich beleuchtet[84]).

Es sei hier noch erwähnt, dass Gale[85]) ein Verfahren angegeben haben soll, das Pulver nicht explodirbar zu machen, um es ohne Gefahr transportiren, aufbewahren, ja in's Feuer bringen zu können. Man erhitzt gewöhnliches Glas bis zum Weissglühen, bringt es in kaltes Wasser, wodurch es alle Elasticität verliert, pulverisirt es fein und mischt es mit dem Pulver im Verhältniss von 2 : 1, 3 : 1, 4 : 1, je nachdem man das Pulver nur unexplodirbar oder geradezu unbrennbar machen will. Um es wieder in brauchbaren Zustand zu versetzen, wird das Gemenge über ein kupfernes Sieb gebracht, durch welches der Glasstaub hindurchfällt, das Pulver zurück-

[84]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 31 B. S. 91.

[85]) Pulver von Gale in berg- u. hüttenm. Ztg. von Kerl u. Wimmer. 1866. S. 310.

gehalten wird. Versuche[86]), welche mit diesem Pulver von dem englischen Feldzeugamt zu Hastings angestellt wurden, sollen die vollständige Unexplodirbarkeit dieses Gemenges nachgewiesen haben. Nach neueren Mittheilungen[87]) soll diese Erfindung nicht nur schon viel früher von Anderen gemacht worden, sondern sie soll auch ganz unbrauchbar sein, weil das Pulver in der That nicht unexplodirbar wird, weil ferner das Absieben des Glasstaubes nur bei gröberen Pulversorten möglich ist, ausserdem das Pulver beschädigt wird und der Glasstaub Feuchtigkeit anzieht.

2. Andere Pulversorten.

aa. Comprimirtes Pulver von Doremus und Budd zu New-York[88]) hat den Zweck, gewöhnliches Pulver auf einen engeren Raum zusammenzudrücken, um durch Annäherung der einzelnen Pulverkörner aneinander die Wirkung zu erhöhen, indem die Verbrennung vollständiger und schneller erfolgt. Die Compression bewirkt man bis $^2/_5$ und $^1/_3$ des anfänglichen Volumens. Der Pulverkörper wird in Gestalt eines Cylinders gebracht, welcher in seiner Achse ein cylinderisches Loch zur Aufnahme der Zündung erhält. Den Cylinder mit der Zündung umgiebt man mit einer Hülse von Papier, welches mit Kaolin oder einem anderen Silicat überzogen ist, um die Pulvercylinder feucht zu erhalten, so dass dieselben ohne alle Gefahr transportirt werden können. Solcher Cylinder hat 0,03 Meter Durchmesser und 0,15 Meter Länge und wiegt 200 Gramm. Die Resultate mit diesem comprimirten Pulver sollen namentlich im Mont-Cenis-Tunnel günstig ausgefallen sein, doch sollen in Frankreich, wo die Regierung für die Staatsfabriken das Patent angekauft und das comprimirte Pulver dargestellt hat, den anfänglichen zahlreichen Bestellungen keine weiteren gefolgt sein. In Westfalen hat man neuerdings Versuche mit solchem comprimirten Pulver angestellt, die aber noch nicht abgeschlossen sind. Man benutzt Cylinder von 25 Millimeter Höhe und mit dem Durchmesser des Bohrlochs; man soll $^1/_3$ weniger der Quantität nach, als von gewöhnlichem Pulver gebrauchen. Auf einigen Gruben in Oberschlesien hat man ungünstige Resultate erzielt, wogegen Versuche auf der Mathildegrube und namentlich auf der fiskalischen Königsgrube zur Zufriedenheit ausgefallen sind, indem die Rauchentwickelung geringer, die Wirkung mehr reissend, also der Stückkohlenfall grösser sein soll, als beim gewöhnlichen Pulver, auch sollen die Kosten mit Bezug auf die Leistung niedriger sein. Auch auf den Gruben bei Saarbrücken, sowie auf den königlich säch-

[86]) The Mechanics' Magazine 1866. p. 391.

[87]) Berg- u. hüttenm. Ztg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1867. S. 288. — Berggeist 1867. S. 301.

[88]) Soulié et Lacour: matériel et procédés de l'exploitation des mines. Paris. p. 37. 68.

sischen Steinkohlengruben zu Zaukeroda sind die Versuche günstig ausgefallen [89]).

bb. Von Curtis und Harvey in England ist unter der Bezeichnung E. S. M.-Pulver [90]) ein Sprengpräparat dargestellt, welches dem gewöhnlichen Schwarzpulver ähnlich zusammengesetzt zu sein scheint, aber fünf Mal grössere Wirkung als dieses haben soll. Eine nähere Beschreibung des Pulvers enthalten die Quellen nicht.

cc. Gemengtes Pulver. Im Jahre 1817 erhielt man die Nachricht, dass man in Brasilien durch Mengen des Pulvers mit dem Mehl der Jatropha manihot Ersparniss an Pulverkosten erzielt habe; Versuche, welche auf der Bleierzgrube Friedrich in Oberschlesien [91]) durch Mengung des Pulvers mit Sägespänen angestellt wurden, andere Versuche durch Mengung mit Lycopodium, Colophonium und dergleichen mehr schienen dies zu bestätigen, indem man ein Drittel des früheren Pulververbrauchs als erspart nachwies. An anderen Orten zeigten sich sehr verschiedene Resultate, während man auf der Friedrichsgrube die Versuche mit gutem Erfolge $2^1/_2$ Jahre lang fortsetzte, wobei man das Pulver mit einer gleich grossen Quantität Sägespäne mischte. Spätere Versuche auf der Friedrichsgrube [92]), bei denen man ausser mit Sägespänen auch mit Hornspänen, Messingfeile, Bohnen-, Gerste,- Buchweizen-, Hafer- und Roggenspreu das Pulver mischte, haben aber ergeben, dass die Kraftverstärkung gering, fast verschwindend ist, keineswegs der Entwickelung von Dämpfen aus den Sägespänen zugeschrieben werden kann, weil sonst Hornspäne sehr viel hätten leisten müssen und gewiss mehr als Messingfeilspäne, was aber durch die Versuche nicht bestätigt wurde; allenfalls kann man annehmen, dass die Sägespäne eine schnellere und gleichmässigere Verbrennung des Pulvers und dadurch bessere Wirkung veranlassen. Die Mischung mit gebranntem Kalk, welche angeblich in Nordamerika eingeführt sein soll, verringert die Wirkung, wenn Kalk und Pulver zu gleichen Theilen gemengt werden, bei Zusatz von $^1/_3$, $^1/_8$, $^1/_{12}$ Kalk ist die Wirkung immer geringer, als wenn statt Kalk Sägespäne genommen werden. Wo grosse Erfolge erzielt sind, rührten diese sicher daher, dass man früher zu viel Pulver nahm. Uebrigens aber kann unter Umständen die Auflockerung des Pulvers durch Zusatz von Sägespänen gut sein, auch wird der Entwendung vorgebeugt, weshalb man auf den Gruben im Königreich Polen noch jetzt das Pulver mengt. Als Uebelstände bleiben immer zurück, dass man tiefere Löcher nöthig hat,

89) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 28 B. S. 242; Bd. 29 B. S. 245. Bd. 31 B. S. 97. 190. — Dingler polyt. Journal. Bd. 238. S. 330. — Georgi in Jahrb. f. d. Berg- u. Hüttenwesen im Königr. Sachsen. Freiberg 1882. S. 137.

90) André a. a. O. p. 194. — The Mining Journal. London 1877. p. 900. 1007.

91) Thürnagel: Pulverersparung auf der Friedrichsgrube durch Einführung des Schiessens mit einem Gemenge von Pulver und Sägespänen in Karsten Archiv 1820. Bd. II. Heft 1. S. 127.

92) Thürnagel: Karsten Archiv 1824. Bd. VIII. Heft 1. S. 140.

dass die Schüsse häufiger abschlagen, dass die Gefahr des Nachglimmens der Sägespäne vorliegt.

dd. Bei dem Pulver von Davey[93]), Mitglied der Firma Bickford, Smith & Davey, wird ein Theil der Kohle durch Mehl, Kleie, Stärke oder eine andere schleimige Substanz ersetzt, wodurch man die Gefahr bei der Bereitung beseitigen will. Der Salpeter, hier Natronsalpeter, wird in Wasser aufgelöst, so dass durch die Mengung mit Schwefel, Kohle und der schleimigen Substanz ein dicker Teig entsteht; dieser wird durch Walzen oder durch ein Sieb, entsprechend der beabsichtigten Korngrösse, hindurchgedrückt. Die dadurch gebildeten Streifen der Masse gelangen auf ein Tuch ohne Ende, auf welchem sie langsam durch die Trockenkammer geführt werden; die getrocknete Masse wird zwischen hölzernen Trommeln gebrochen. Das Pulver ist matt, ohne Glanz, soll aber 37 pCt. Ersparniss dem Gewicht nach geben, bei gleichem Gewicht ist es wohlfeiler, als gewöhnliches Pulver, weil weniger Salpeter nöthig ist und die Darstellung schneller geschieht; es soll weniger Rauch geben und geringere Gefahren vor Explosionen mit sich führen. (?)

ee. Lithofracteur[94]), weisses Sprengpulver, besteht aus einem Gemenge von grob gemahlenem Salpeter und Schwefel und statt der Kohle aus einer Substanz, die eigenthümlich, wahrscheinlich mit Salpetersäure behandeltes Holzsägemehl oder Kleie zu sein scheint. Es ist schwer entzündlich, denn in einem Streifen hingeschüttet brennt es, wenn man es an einem Ende anzündet, nur langsam weiter und erlischt wohl, bevor es das andere Ende erreicht; daher muss man beim Gebrauch zur Entzündung Zündschnur anwenden, welche zur Erzeugung einer schnelleren Wirkung am Ende, mit dem sie in der Patrone steckt, 105 Millimeter lang aufgeschlitzt wird. Auf den Gruben zu Moresnet, sowie Centrum bei Eschweiler sind die Versuche günstig ausgefallen, das Pulver zerreist das Gestein ohne bedeutende Erschütterung und ohne die Massen weit umherzuschleudern; in Oberschlesien dagegen hatte man nur in ganz festem Gestein und bei Anwendung eines sehr engen Zündkanals einigermassen günstige Resultate, im klüftigen Gestein und in der Kohle verbrannte das Pulver ohne Effect. — Der weiter unten zu erwähnende verbesserte Lithofracteur ist mit dieser Substanz nicht identisch.

ff. Das chemische Schiesspulver von Schultze[95]) basirt darauf, dass der Schwefel überflüssig gemacht und der Kohlenstoff nicht als Kohle, sondern als Holz zur Anwendung gelangt. Das Holz wird mittelst Maschi-

[93]) Davey's Verfahren der Fabrikation von Sprengpulver in Berggeist. 1861. S. 266. — Dr. E. v. Meyer: die Explosivkörper und die Feuerwerkerei. Braunschweig 1874. S. 6. — Dr. Boeckmann a. a. O. S. 195.

[94]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 7 A. S. 176.

[95]) Ed. Schultze: Das neue chemische Schiesspulver und seine Vorzüge vor dem schwarzen Schiesspulver. Berlin 1865. Verlag von Otto Janke. — Dr. E. v. Meyer a. a. O. S. 45. — Boeckmann a. a. O. S. 262.

nen in kleine Cylinder, ähnlich dem gewöhnlichen Pulverkorn, und nach dem beabsichtigten Gebrauch in verschiedene Grössen getheilt, von Säuren und leicht löslichen Salzen, demnächst von Proteïn und Albumin befreit, mit concentrirter Salpetersäure und Schwefelsäure behandelt. Die so vorbereiteten Holzkörner werden zu einer beliebig späteren Zeit mit sauerstoff- und stickstoffhaltigen Salzen gesättigt, wozu der Erfinder Kalisalpeter oder Barytsalpeter oder ein Gemisch von beiden wählt; nach der Sättigung wird das Pulver getrocknet, in einer Siebtrommel von Staub befreit[96]). Dieses Pulver besitzt vor dem gewöhnlichen den grossen Vorzug, dass es angefeuchtet und wieder getrocknet seinen früheren Wirkungsgrad behält und deshalb ohne Gefahr transportirt und aufbewahrt werden kann, wenn man es nur feucht erhält und genügende Vorrichtungen zum Trocknen vor dem Gebrauch trifft. Ausserdem ist es fast dreimal leichter, als gewöhnliches Schiesspulver, aber von grösserem Effect, so dass man die Bohrlöcher nur mit 26 bis 52 Millimeter mehr Ladung zu versehen braucht, um dasselbe Resultat wie mit dem sonst gebräuchlichen Volumen gewöhnlichen Pulvers zu erreichen; hiernach leisten $16^3/_4$ bis 20 kg des Pulvers von Schultze dasselbe wie 50 kg gewöhnlichen Pulvers, so dass der hohe Preis von 102 M für den Centner vollständig zum Ausgleich kommt. Ferner ist der Rückstand nur unbedeutend, so dass das Pulver bei Arbeiten, wo die Schwärzung des Gesteins von Nachtheil ist, wie z. B. bei der Gewinnung von Steinsalz, zweckmässiger Verwendung findet[97]). Alle diese erheblichen Vorzüge sollten diesem Pulver einen schnellen Eingang auf den Bergwerken verschaffen, und in der That sind die ersten Versuche überall nur höchst günstig ausgefallen[98]), wie auch die zahlreichen amtlichen Atteste, welche der Schrift von Schultze beigefügt sind, zur Genüge darthun. Dessenungeachtet hat sich das Pulver einer ausgebreiteten Anwendung nicht zu erfreuen, weil an verschiedenen Punkten plötzliche und unerwartete Explosionen eingetreten sind, die den Arbeitern verderblich wurden, obwohl das Pulver, wenn es nicht in dicht abgeschlossenem Raum sich befindet, ohne Detonation mit blauer Flamme verbrennt. Versuche mit diesem Pulver bei dem Mansfeldischen Kupferschieferbergbau sind ökonomisch recht günstig ausgefallen; im Widerspruch hiermit sind die Resultate bei dem Steinsalzbergbau in Stassfurt und dem Kalksteinbruchbetrieb bei Rüdersdorf in finanzieller Beziehung unbefriedigend gewesen. Auch in anderen Revieren haben die Leistungen des Pulvers nicht zu allgemeinerer Anwendung geführt. Insbesondere aber waren die belästigenden Verbrennungsgase, welche Brustbeklemmungen und Uebelkeiten erregen, einer Ausdehnung des Ge-

[96]) Dingler polyt. Journal Bd. 175. S. 453.

[97]) Schultze's weisses Schiess- und Sprengpulver in berg- u. hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer. 1864. S. 348.

[98]) Berggeist 1862. S. 314. — Allgem. berg- u. hüttenm. Zeitung v. Hartmann. 1862. S. 411.

brauchs beim unterirdischen Betriebe hinderlich[99]). Ein dem Schultze'schen ähnliches Pulver scheint das von Mushamp dargestellte zu sein, über dessen Erfolge Mittheilungen nicht vorliegen[100]). Hierher scheint auch das auf den Namen Volkmann in Oesterreich-Ungarn patentirte Sprengpulver zu gehören, welchem grosse Leistungsfähigkeit, gefahrlose Herstellung und Nichtvorhandensein schädlicher Gase nach der Explosion nachgerühmt wird[101]).

gg. Auf einem Steinkohlenbergwerke zu Brandseil[102]) wurde eine neue Art Sprengpulver versuchsweise in Anwendung gebracht, welches eine gelblich weisse Farbe hatte und von mehliger Substanz war, es scheint aus 16 Theilen Salpeter, 2 Theilen Schwefel und 3 Theilen Zucker zu bestehen, die in trockenem Zustande und mechanisch gemengt sind, der Zucker soll die Kohle im schwarzen Pulver ersetzen. Beim Entzünden brennt es langsamer und entwickelt weniger Rauch, doch hinterlässt es grössere Rückstände als gewöhnliches Pulver.

hh. Das Pulver von Küp[103]) in Mühlheim a. d. Ruhr, welches statt Kalisalpeter 80 pCt. Barytsalpeter neben Kohle und Schwefel enthalten soll, ist eine mehlige, schwarze Stubstanz, die sich in ihrer Zusammensetzung wenig von dem gewöhnlichen Pulver zu unterscheiden scheint, die aber vor diesem die vortreffliche Eigenschaft besitzt, nicht plötzlich zu explodiren, sondern langsam abzubrennen und durch die Expansion der erhitzten Gase zu wirken, auch nichts an Kraft zu verlieren, wenn es feucht geworden ist. Durch diese Eigenschaften werden die Gefahren bei der Anfertigung, dem Transport, der Aufbewahrung und dem Gebrauch vermindert, wo nicht beseitigt. Die Wirkung scheint vor weiten Abbaustössen und bei geringer Gesteinspannung die des gewöhnlichen Pulvers zu übertreffen, namentlich hat es den Vorzug, dass es nicht schleudert, sondern nur reisst, wodurch es beim Steinkohlenbergbau zur Gewinnung von Stückkohlen empfehlenswerth wird; auch soll es, was noch weiter zu constatiren bleibt, weniger Rauch entwickeln. Dagegen ist bei Ortsbetrieb und grosser Gesteinspannung die Wirkung geringer, häufig versagen die Schüsse, was bei der langsamen Verbrennung für die Arbeiter von Gefahr ist, auch erschwert die backende Eigenschaft die Aufbewahrung in Beuteln und das Einschütten

[99]) Versuche und Verbesserungen bei dem Bergwerksbetriebe in Preussen, in den Jahren 1863 bis 1867, in Zeitschr. f. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen. Bd. 16 B. S. 315.

[100]) The Mining Journal. London 1872. Vol. 42. pag. 285.

[101]) Dingler polyt. Journal. Bd. 209. S. 295. 468. — Berg- u. hüttenm. Ztg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1874. S. 99. — Der Civilingenieur. Leipzig 1874. Neue Folge: Bd. 20. Literatur- u. Notizblatt. S. 12.

[102]) Berggeist 1862. S. 302.

[103]) Allgem. berg- u. hüttenm. Zeitung von Hartmann. 1863. S. 397. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. 1864. S. 151. — Dr. E. v. Meyer a. a. O. S. 7. — Dr. Boeckmann a. a. O. S. 197.

in die Patronen. Es ist in drei verschiedenen Sorten dargestellt: die erste von weisslich-gelber Farbe zum Preise von 2 Mark 20 Pf. für das Kilogramm, die zweite von grauschwarzer Farbe für 80 Pf., die dritte von gleicher Farbe für 75 Pf. Die erste Sorte ist wegen des hohen Preises gar nicht zu ausgedehnter Anwendung gelangt, ebenso wenig die dritte Sorte wegen des üblen Geruchs der sich bei der Verbrennung entwickelnden Gase. Dagegen sind grössere Versuche mit der zweiten Sorte, Alcaloxyd genannt, in fast allen preussischen Bergrevieren angestellt, welche indess nicht zur Einführung des Pulvers in den regelmässigen Gebrauch geführt haben[104]).

ii. Das Pulver von Neumeyer[105]) in Taucha bei Leipzig erscheint dem Küp'schen sehr ähnlich zu sein und wird von dem sächs. altenb. Berginspector Wohlfahrt warm empfohlen, auch sind Versuche auf der Steinkohlengrube König in Oberschlesien recht günstig ausgefallen; es soll 75 pCt. Salpeter, $6\frac{1}{4}$ pCt. Schwefel, $18\frac{3}{4}$ pCt. Kohle, also weniger Schwefel, mehr Kohle, als gewöhnliches Pulver enthalten. Das Pulver verbrennt, aber explodirt nicht beim Zutritt der Luft und entzündet sich nicht durch Stoss oder Druck, so dass es ohne Gefahr transportirt und aufbewahrt werden kann; es soll dieselbe, wenn nicht grössere Wirkung als gewöhnliches Pulver haben, weniger Rückstand zurücklassen, weniger Rauch verursachen, der leicht sein, schneller abziehen und ohne schädliche Einwirkung für die Arbeiter sein soll. Die fortgesetzten Versuche[106]) haben nicht ergeben, dass dieses Pulver vor dem gewöhnlichen schwarzen Pulver den Vorzug verdient; wenn sie auch auf einzelnen Gruben, wie auf der Königsgrube in Oberschlesien, auf den Mansfelder Gruben und bei dem Steinsalzbergbau in Stassfurt, nicht ungünstig ausfielen, so sind namentlich bei der Kalksteingewinnung zu Rüdersdorf die Resultate ökonomisch nicht empfehlenswerth gewesen; die in Folge der ersten Versuche günstige Meinung hat auf dem Steinsalzwerke zu Stassfurt bei fernerem Gebrauch nicht aufrecht erhalten werden können, namentlich wurde die Sprengkraft des gewöhnlichen Pulvers nicht erreicht. Die Dämpfe dieses Pulvers scheinen zwar weniger lästig, als die des gewöhnlichen zu sein, auch sind die Rückstände unbedeutend, es verliert aber durch seine hygroskopische Eigenschaft — wie das Küp'sche Pulver und das Haloxylin — an Wirksamkeit und ist, wie diese Pulversorten, in zerklüftetem und mit Schlechten durchzogenem Gebirge fast wirkungslos.

kk. Das Haloxylin ist ein in Oesterreich mehrfach versuchtes Pulver,

[104]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 16B. S. 314.

[105]) Schiess- und Sprengpulver von G. A. Neumeyer. Leipzig, bei W. B. Naumburg. — Berg- u. hüttenm. Zeitg. v. Kerl u. Wimmer. 1866. S. 309. — Dingler polyt. Journal Bd. 184. S. 163. — Dr. E. v. Meyer a. a. O. S. 2. — Dr. Boeckmann a. a. O. S. 192.

[106]) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure Bd. 13. S. 337. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen a. a. O. S. 317. Bd. 20B. S. 353.

in welchem kein Schwefel enthalten und die Kohle durch Holz oder andere Pflanzenfaser ersetzt zu sein scheint[107]); es soll aus 45 Thln. Kalisalpeter, 9 Thln. entharzten Sägespänen, 5 Thln. Holzkohle und 1 Thl. Ferrocyankalium bestehen[108]). Es zeigt ganz ähnliche Eigenschaften, wie die beiden vorhergenannten Arten: wenig und unschädliche Verbrennungsgase, Neigung zur Anziehung von Feuchtigkeit, bessere Wirkung im geschlossenen, als im zerklüfteten Gestein. Einen ökonomischen Vorzug vor gewöhnlichem Pulver haben die auf preussischen Bergwerken angestellten Versuche[109]) nicht ergeben. Dem Haloxylin wird der Vorzug nachgerühmt, dass es an der Luft nicht explodire, sondern langsam verbrenne, also ungefährlicher sei, als gewöhnliches Pulver; um so mehr muss die Explosion einer Haloxylinfabrik von Anders und Fehleisen bei Wittenberg in Böhmen in Erstaunen setzen, deren Veranlassung nicht aufgeklärt ist.

II. Man hat in der verschiedensten Weise versucht, die Bestandtheile des gewöhnlichen schwarzen Pulvers durch andere zu ersetzen, theils um die gegenseitige Wirkung zu erhöhen, theils um das Produkt billiger, die Herstellung gefahrloser zu machen. An Stelle des Kalisalpeters hat man Natronsalpeter eingeführt, doch ohne die Wirkung des Kalipulvers zu erreichen. Andere Beispiele sollen hier kurz erwähnt werden. Unter dem Namen brennender Salpeter oder Sprengsalpeter ist von Küchel in Butzbach ein aus groben, 5 bis 15 mm starken Körnern von grauschwarzer Farbe mit zackiger Oberfläche bestehendes Pulver hergestellt, bei dessen Zusammensetzung an Stelle des Kalisalpeters Natronsalpeter getreten ist. Die Körner lassen sich in der Hand zerdrücken und färben stark ab[110]). In Saarbrücken kostete von diesem Pulver das Kilogramm 52 Pf., während zu gleicher Zeit das Schwarzpulver 62 Pf. kostete. Es hat den Nachtheil, leicht Feuchtigkeit anzuziehen, muss deshalb in trockenen Räumen aufbewahrt und in Blechkapseln, nicht in Lederbeuteln in die Grube gebracht werden. In trocknem Zustande ist seine Wirkung der des Schwarzpulvers gleich, nur nicht so brisant, und eignet es sich deshalb am besten beim Schiessen in Kohle, wodurch ein grösserer Stückkohlenfall erzielt wird. Auch beim Steinsalzbergbau in Stassfurt und Stetten ist es, wie in Saarbrücken, bewährt befunden. Sein Hauptvorzug besteht in der geringeren Gefährlichkeit, da es bei Stoss oder Schlag nicht, wie Schwarzpulver, explodirt und deshalb auch schon früher von den Eisenbahnen als Frachtgut angenommen wurde. Im offenen Raume brennt es mit ruhiger

[107]) Oesterr. Zeitschr. für Berg- u. Hüttenwesen. 1866. S. 5. 30. 361. — Ebenda 1867. S. 105. — Ebenda 1880. S. 81. — The Mechanics' Magazine 1867. pag. 403.

[108]) Dr. E. v. Meyer a. a. O. S. 4.

[109]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. Salinenwesen. Bd. 16 B. S. 315; Bd. 20 B. S. 352.

[110]) Ebenda. Bd. 20 B. S. 353.

Flamme, die Gasentwickelung ist nicht so momentan, wie beim Schwarzpulver, und sollen auch die Gase den Arbeitern minder lästig sein[111]). — Wattlen in Middleborough hat unter dem Namen Pyrolith[112]) aus

12,5	pCt.	Sägespäne
67,5	„	Kalisalpeter
20,0	„	Schwefel

ein Sprengpulver zum Gebrauch für festes Gestein und aus

11,0	pCt.	Sägespäne
51,5	„	Kalisalpeter
16,0	„	Natronsalpeter
20,0	„	Schwefel
1,0	„	Kohlenpulver

für weicheres Gestein zusammengesetzt, welchem grosse Vorzüge gegen das gewöhnliche Schwarzpulver nachgerühmt werden, ohne dass sich dieses Sprengmittel weiter eingebürgert hat. — Viollette hat durch Zusammenschmelzen von Kalisalpeter mit essigsaurem Natron eine weisse klare Masse hergestellt, welche bis 300 Grad Celsius Erhitzung unverändert bleibt, bei 350 Grad heftig explodirt, ebenso wenn man einen brennenden Körper in die Masse eintaucht. Dieselbe lässt sich körnen und wie Schwarzpulver behandeln. Ein praktischer Gebrauch ist bisher nicht constatirt[113]). — Es würde zu weit führen, alle die dem Schwarzpulver nachgebildeten Produkte hier einzeln aufzuführen[114]).

mm. Das Sprengpulver von Designolle[115]) ist zu den Zwecken des Sprengens als eine Mischung von pikrinsaurem Kali und Kalisalpeter hergestellt, während bei der Verwendung als Schiesspulver noch Kohle hinzugesetzt wird; es ist hier also die Pikrinsäure das Agens, während der Schwefel des schwarzen Pulvers, mit welchem es in seiner Zusammensetzung sonst Aehnlichkeit hat, beseitigt ist. Die Vortheile des Pulvers sollen darin bestehen, dass die Verbrennungsprodukte — kohlensaures Kali, Stickstoff und Wasserdampf — vollständig unschädlich sind, und dass

[111]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26 B. S. 371. Bd. 27 B. S. 259.

[112]) The Mining Journal. London. Vol. 42. pag. 422. 1043. — Dr. Gintl a. a. O. S. 20. — Dr. Boeckmann a. a. O. S. 195.

[113]) Dingler polyt. Journal. Bd. 203. S. 392. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingen. Berlin. Bd. 16. S. 266.

[114]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1879. S. 50. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1879. S. 517. — Dr. Boeckmann a. a. O. S. 194.

[115]) Bulletin de la société d'Encouragement. 1868. S. 714. — Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl und Wimmer. Leipzig 1869. S. 296. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17 C. S. 3. — Dingler polyt. Journal. Bd. 192. S. 67. — The Practical Mechanics' Journal. London 1868/69. p. 129. — Dr. E. v. Meyer a. a. O. S. 49. — Dr. Boeckmann a. a. O. S. 218.

man es durch grösseren oder geringeren Zusatz von pikrinsaurem Kali in der Hand hat, die Wirkung des Pulvers zu bestimmen, indem man 10 Stufen fabricirt, mit einem Gehalt von 8 bis 20 Procent pikrinsaurem Kali, deren unterste Stufe die Wirkung des Schwarzpulvers hat. Die Fabrikation ist der des schwarzen Pulvers ganz gleich. Ueber die mit dem Gebrauch des Pulvers verbundene Gefährlichkeit, sowie über die Leistungen beim Grubenbetriebe sprechen die Quellen nicht.

Zu erwähnen dürfte noch sein, dass die Pikrinsäure eine Zusammensetzung von Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff und Sauerstoff ist, ausgedrückt durch die Formel

$$C^{12}\,H^2{}_3\,N\,O^4\,O.$$

Dieselbe wurde schon im Jahre 1788 durch Hausmann in Colmar unter dem Namen Indigbitter dargestellt, später in anderer Weise von Walter, welcher schon damals den Gedanken an eine Verwendung des pikrinsaurem Kali's als Schiesspulver hatte. Liebig erläuterte 1828 den Indigbitter als eine Kohlenstickstoffsäure, welche nach Laurent als Phenylsäure zu betrachten ist, in welcher 3 Aequivalente Wasserstoff durch 3 Aequivalente Untersalpetersäure ersetzt sind, weshalb er sie Trinitrophenylsäure nannte, während dieselbe jetzt allgemein Pikrinsäure genannt wird.

Versuche von Abel sollen als Wirkung des Pikrinpulvers nahezu eine solche der Schiessbaumwolle herausgestellt haben; es soll in freier Luft wenig entzündlich und durch Reibung nicht explodirbar sein[116]). Die Entzündungs- und Detonationstemperatur wird zu 315 Grad Celsius angegeben[117]). Nach den chemischen Untersuchungen liefert 1 Kilogramm des Pulvers 957000 Wärmecalorien und 0,337 Kubikmeter Gas[118]). Andere Resultate werden von Roux und Sarrau angegeben[119]).

nn. Das Ammoniakrut[120]). Das also benannte Sprengmittel ist bisher noch wenig beim Grubenbetriebe zur Anwendung gelangt; seine Zusammensetzung ist nicht bekannt, sie scheint der des vorhergehend erwähnten Pulvers ähnlich zu sein, nur dass an Stelle des pikrinsauren Kali's pikrinsaures Ammoniak getreten ist. Es ist erfunden von dem schwedischen Chemiker Norrbin. Dasselbe ist schwarz, etwas teigartig

[116]) Der Naturforscher. Berlin 1873. S. 47.

[117]) Dingler polyt. Journal. Bd. 203. S. 303. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1872. S. 183.

[118]) Dingler polyt. Journal. Bd. 203. S. 312. — Berg- u. hüttenm. Zeitung a. a. O. S. 183.

[119]) Dingler polyt. Journal. Bd. 210. S. 24. — Naturforscher. Berlin 1874. S. 479.

[120]) Berg- u. hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 244. Jahrg. 1870. S. 334. Jahrg. 1882. S. 260. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen in Preussen. Bd. 17C. S. 4. — Der „Naturforscher". Berlin 1869. S. 16. — Polyt. Centralblatt. 1869. S. 67. — The Mechanics' Magazine. London 1869. pag. 246.

und nicht ganz leicht, feucht und klebt zusammen; es ist durch eine Flamme sehr schwer entzündlich und explodirt nur durch Stoss, woraus seine Gefahrlosigkeit gefolgert wird; es soll auch bei niedriger Temperatur nicht zusammenballen und nicht fest werden, was als ein Vorzug gegen Dynamit angepriesen wird. Die angestellten Versuche geben eine sehr kräftige Wirkung bei der Explosion; über die Wirkung der Verbrennungsprodukte ist nichts bekannt. Bemerkt wird, dass es beim Lagern der Zersetzung unterworfen ist, woraus denn wohl die Nichtverwendbarkeit beim Grubenbetriebe zu folgern ist. Nach den auf schwedischen Gruben vorgenommenen Versuchen ist die Wirkung beträchtlich grösser, als die des Dynamits; bei längerem Lagern soll es Feuchtigkeit anziehen und an Sprengkraft einbüssen, es soll hier bei niedriger Temperatur gefroren und beim Aufthauen unbrauchbar geworden sein, was also die Verwendbarkeit beim Grubenbetrieb gleichfalls ausschliessen würde.

oo. Ein anderes Pikrinsäure enthaltendes Sprengmittel ist das von Pancera eingeführte Diorrexin[121]). Dasselbe enthält nach einer Analyse:

Pikrinsäure	1,50 pCt.
Holzkohle	6,82 „
Buchen-Sägespäne . .	9,98 „
Kaliumnitrat	38,93 „
Natriumnitrat	21,07 „
Schwefel	12,20 „
Wasser	9,00 „
	99,50 pCt.

Es ist früher in Steinbrüchen, bei Hafenbauten u. s. w. angewendet, später auch auf Bergwerken, namentlich in Steiermark, wo es überall eine günstige Beurtheilung gefunden hat. Seine Wirkung ist der Art, dass das Diorrexin dem Volumen nach dem gewöhnlichen schwarzen Sprengpulver gleich wirken soll; da es aber um 25 Volumen-Procent leichter, als dieses, und um $^1/_5$ billiger ist, so würden die Vortheile auf Seiten des Diorrexin liegen.

pp. Das von Dickerhoff mit dem Namen Heraklin[122]) bezeichnete Pulver scheint dem vorigen sehr ähnlich zu sein, denn seine Bestandtheile werden angegeben: Pikrinsäure, Kali- und Natronsalpeter, Schwefel und Sägespäne; es soll leichter und billiger, als Schwarzpulver und von gleicher Wirkung mit diesem sein, auch wird es wie dieses in gewöhnlicher Weise

[121]) Dingler polyt. Journ. Bd. 224. S. 532. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1877. S. 250. 295. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1877. S. 406.

[122]) Dingler polyt. Journal. Bd. 220. S. 94. Bd. 230. S. 188. — Berg- und hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1876. S. 323. — The Mining Journal. London. Vol. 46. p. 576. — Réunions mensuelles de la société de l'industrie minérale. St. Etienne 1876. Janvier p. 9; Juin p. 30.

besetzt. Es wird ihm nachgerühmt, dass es unschädliche Verbrennungsgase gebe und die zu sprengenden Massen nur zerreisse, nicht umherschleudere. Mit Recht wird andrerseits aus diesem vermeintlichen Vorzuge Zweifel in die Brauchbarkeit dieses Pulversurrogats gesetzt, weil es eben eine volle Wirkung nicht biete und dem Bergmann noch grosse Arbeit und Mühe übrig lasse, um die nur zerrissenen Massen schnell zu beseitigen. Anwendung soll das Sprengmittel vielfach in Oesterreich und Frankreich finden. Die Fabrikation wird folgendermassen angegeben: 200 Gramm Natronsalpeter und 500 Gramm Pikrinsäure werden in 36 Kilogramm kochendem Wasser aufgelöst, die Lösung lässt man von 15 Kilogramm Sägespänen aus hartem Holze aufsaugen und trocknet das Präparat; von demselben werden 10 Kilogramm mit 17,50 Kilogramm Kalisalpeter, 17,50 Kilogramm Natronsalpeter und 7,50 Schwefel, nachdem dieselben fein gepulvert sind, innig gemischt.

qq. Andere Pulversurrogate werden noch genannt: Carboazotine von Cahuc und de Soulages[123]), bestehend aus 50 bis 64 Theilen Kali- oder Natronsalpeter, 13 bis 16 Theilen Schwefel, 14 bis 16 Theilen ausgenutzte Gerberlohe, 9 bis 18 Theile Russ, 4 bis 5 Theile Eisenvitriol, welche Bestandtheile angefeuchtet und bis 100 bis 120 Grad erhitzt und nach der Abkühlung getrocknet und in Ziegeln geformt werden. Den Fabrikanten ist das Recht ertheilt, ihr Produkt in Oesterreich-Ungarn darzustellen, zu vertreiben und auf der Eisenbahn zu transportiren[124]). Es ist an trockener Luft ziemlich beständig, verliert aber in feuchter Luft an Explosionsfähigkeit, muss daher in wasserdichter Hülle aufbewahrt werden. Es hat gleiche Entzündungstemperatur, wie Schwarzpulver, brennt aber träger ab, ist deshalb auch ungefährlicher, wirkt aber weniger intensiv, als dieses, so dass es beim Schiessen in Steinkohlen besser anwendbar ist, weil es darin weniger bricht, als reisst, so dass der Stückkohlenfall grösser wird. — Eine ähnliche Zusammensetzung, wie das eben erwähnte Pulver besitzt das von Martinsen in Oberlössnitz bei Dresden dargestellte[125]). — Das Pulver von Faure und Trench[126]) ist ein Gemenge von 1 Theil Holzkohle, 16 Theilen Baryumnitrat, 1 Theil Nitrocellulose, welche mit etwas Wasser zu einem Brei angerührt, in Scheiben geformt und getrocknet werden. — Das Pulver von le Bricquir[127]) besteht aus 60 bis 65 Theilen Natronsalpeter, 14 Theilen Schwefel und 26 Theilen Sägespänen. — Das Pulver von Himly zu Kiel besteht aus Salpeter, chlorsaurem Kali und Hartpech, welche mit Benzin zu einem Brei angerührt werden, der in

[123]) Dingler polyt. Journ. Bd. 221. S. 94. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1880. S. 19.

[124]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1877. S. 491.

[125]) Dingler polyt. Journal. Bd. 235. S. 165.

[126]) Ebenda. Bd. 221. S. 94.

[127]) Ebenda. Bd. 223. S. 110.

Kuchenform gebracht, getrocknet und dann gekörnt wird. Versuche auf Königsgrube haben befriedigende Resultate gewährt[127a]).

3. Nitrilverbindungen als Sprengmittel.

aa. Nitroglycerin oder Sprengöl.

Eine der erfolgreichsten Erfindungen, welche in der Neuzeit dem Bergwerksbetrieb zugeführt sind, ist die von Alfred Nobel zu Hamburg seit 1863 im Grossen unternommene Darstellung des Sprengöls oder Nitroglycerins[128]). Dennoch ist dasselbe in flüssiger Form als Sprengöl zur Zeit wohl überall mit Ausnahme einiger Gruben in Schweden als nicht mehr in Anwendung zu bezeichnen; in Belgien, Schweden, Oesterreich ist seine Benutzung polizeilich untersagt; wenn dies in anderen Ländern nicht geschehen ist, so hat man davon Abstand genommen, weil das Sprengöl faktisch nicht mehr in den Handel gebracht wird. Die grosse Neigung zu Explosionen auf dem Transport und bei der Handhabung der mit Sprengöl gefüllten Kisten oder Körbe[129]) durch geringen Stoss, die Gefährlichkeit bei dem Erstarren des Sprengöls, welche schon bei + 4 Grad Celsius eintritt, die spontane Zersetzung beim Aufbewahren, welche das Sprengöl zur Selbstexplosion geneigt macht, die dem Organismus schädliche Berührung der Flüssigkeit, welche bei dem Gebrauch durch die Arbeiter sehr leicht ermöglicht wird, die Gefahr, welche aus der Nichtbeseitigung der mit Sprengöl gefüllt gewesenen Gefässe hervorgeht und unerwartete Explosionen herbeigeführt hat — diese und andere Momente haben die Unbrauchbarkeit dieses sonst sehr schätzenswerthen Sprengmittels erwiesen und um so mehr zu seiner Beseitigung geführt, als es der rastlosen Thätigkeit des Fabrikanten Nobel gelungen ist, an Stelle des flüssigen Sprengöls in dem Dynamit und in neuester Zeit in der Sprenggelatine pulverförmige oder feste Körper zu setzen, in welchen dem Nitroglycerin ein fester Träger gegeben ist und welche bei nicht geringerer Leistung, als die des Nitro-

[127a]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 31 B. S. 191. — Berg- u. hüttenm. Zeitg. Leipzig 1882. S. 453.; Jhrg. 1883. S. 165.

[128]) Dr. List: über das Nitroglycerin, seine Eigenschaften und seine Anwendung in Zeitschr. des Vereins deutscher Ingen. Bd. 11. S. 501 u. ff. — Geh. Bergrath Dr. Burkart im „Berggeist“ Köln 1870. S. 351. — Dr. Gintl a. a. O. S. 24. — Dr. E. v. Meyer a. a. O. S. 51. — Soulié et Lacour: matériel et procédés de l'exploitation des mines. Paris. p. 38. — André: a practical treatise on coal mining. London 1875. p. 195. — Drinker: a treatise on Tunneling, Explosive Compounds and Rock Drills. New York 1877. — The Engineering and Mining Journal. New York. Vol. 25. p. 309. — Boeckmann a. a. O. S. 267. — Dingler polyt. Journ. Bd. 233. S. 75. — „Glückauf“. Essen 1879. No. 76. — Berg- u. hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1879. S. 260. Jhrg. 1882. S. 260. — L. Tetmajer: die Nobel'schen Nitroglycerin-Präparate. Zürich 1882.

[129]) The Mechanics' Magazine Bd. 89. S. 2. Bd. 91. S. 2.

glycerins, fast absolut gefahrlos sind, und als andere Fabrikanten bemüht sind, ähnliche mit Nitroglycerin getränkte Sprengmittel darzustellen, wie es mit dem Dualin, dem verbesserten Lithofracteur u. a. m. bereits geschehen ist.

Das Nitroglycerin [130]) ist seit 1847 bekannt, wo es zuerst von Sombrero im Laboratorium von Pelouze in Paris dargestellt wurde, man erkannte schon damals seine explosive Kraft, doch fand man die Darstellung mit zu grosser Gefahr verbunden und hielt eine technische Verwendung für unerreichbar, da es nicht wie Pulver durch unmittelbare Entzündung zur Explosion gebracht werden kann. Erst Alfred Nobel, Inhaber der Firma Alfred Nobel & Comp. zu Hamburg, unterwarf sich der Darstellung des Nitroglycerins im Grossen, und musste er den Gefahren der Bereitung selbst einen Sohn zum Opfer bringen, so hat er seitdem die Schwierigkeiten zu überwinden und die Gefahren, welche sich beim Transport, bei der Aufbewahrung und der Verwendung des Sprengöls nach und nach herausgestellt haben, zu beseitigen gesucht, und wenn ihm dies der Natur des Präparats gemäss auch nicht gelingen konnte, so hat er doch später diesen wichtigen Stoff in anderer Weise nutzbar gemacht.

Das Nitroglycerin ist eine Mischung von Salpeter- und Schwefelsäure mit Glycerin (Oelsüss), einer Flüssigkeit, welche bei der Verseifung der Fette als Lauge zurückbleibt und ein alkoholartiger Körper ist. Das Nitroglycerin wird in folgender Weise dargestellt [131]). In einem in kaltem Wasser stehenden Ballon von Steingut mischt man rauchende Salpetersäure von 48 bis 50 Grad Baumé mit der doppelten Gewichtsmenge concentrirter Schwefelsäure; in einem anderen Gefässe wird kalk- und bleifreies Glycerin eingedampft, bis es 30 bis 31 Grad Baumé zeigt und nach vollständiger Erkaltung Syrupconsistenz hat; 3500 Gramm der Säuremischung füllt man in ein in kaltem Wasserbade stehendes Gefäss und giesst hierzu unter beständigem Umrühren 500 Gramm Glycerin, wobei man mit aller Sorgfalt darauf Bedacht nehmen muss, dass keine zu grosse Erwärmung der Mischung erfolgt, weil bei 180 Grad Celsius das Gemisch explodirt; es wird durch v. Dücker [132]) die Vermuthung ausgesprochen, dass eine bis dahin unaufgeklärte Explosion von Nitroglycerin zu Bochum während der Darstellung desselben erfolgt sei, wie sich mehrfache Explosionen in Fabrikstätten unzweifelhaft auf eine plötzliche, zu grosse Erhitzung des Gemisches während seiner Darstellung zurückführen lassen. Nachdem man das Gemisch 5 bis 10 Minuten hat ruhen lassen, mischt man es mit dem fünf- bis sechsfachen Volumen kalten Wassers, welches in rotirende Bewegung gesetzt wird, wobei das Nitroglycerin zu Boden sinkt; nachdem das Wasser abgegossen

[130]) Nobel's Patent Sprengöl (Nitroglycerin) in der allgem. Bauzeitung von H. u. E. v. Förster. Wien 1866. Literaturblatt S. 33.

[131]) Kopp: Ueber die Anwendung des Nitroglycerins in den Vogesensandsteinbrüchen bei Zabern (Elsass) in Dingler polyt. Journ. Bd. 182. S. 237.

[132]) v. Dücker: Ueber Gefährlichkeit und Ungefährlichkeit des Nitroglycerins im Berggeist 1867. S. 234.

ist, wäscht man nochmals mit Wasser sorgfältig aus und hat nun nach der Beseitigung des Waschwassers das fertige Produkt, welches in Flaschen zur Versendung gefüllt wird. — Zur Beseitigung der Gefahr bei der Darstellung mischt E. Kopp[133]) nicht mehr die 48- bis 49grädige Salpetersäure der 66grädigen Schwefelsäure bei, wobei sich die zu schweren Unglücksfällen Veranlassung gebenden salpetersauren Dämpfe entwickeln, sondern ladet die Salpetersäuredämpfe unmittelbar bei ihrer Bereitung in mit 66grädiger Schwefelsäure gefüllte Woolf'sche Flaschen und stellt so eine fast gar nicht rauchende Salpeterschwefelsäure dar. Von diesem Säuregemisch thut er 1 bis 2 Liter in einen 3 bis 4 Liter haltenden gusseisernen oder stählernen Cylinder, welcher über die halbe Höhe in einem mit Wasser gefüllten Holzfasse steht; unter Umrühren giesst man das Glycerin langsam bei guter Abkühlung in den Cylinder, nach 7 bis 8 Minuten den Inhalt in das Holzfass, rührt gut um, decantirt das saure Wasser von dem zu Boden gesunkenen Sprengöl und giesst dieses in eine Glasflasche, welche am Boden tubulirt und oben mit Kautschuk und Quetschhahn geschlossen ist. Nach völligem Absetzen lässt man das Sprengöl in kleinere, für den Gebrauch bestimmte, umflochtene Flaschen ablaufen, ohne Wasser mit überzulassen, welches vielmehr zur nächsten Bereitung in das Holzfass gegossen wird. Man kann auf diese Weise 2 bis 3 Kilogr. Sprengöl in der Stunde darstellen, doch ist dasselbe nach Kopp nicht geeignet transportirt zu werden, sondern muss nach wenigen Tagen und an Ort und Stelle verbraucht werden, wie es Kopp in den Steinbrüchen bei Zabern in den Vogesen thut. — Auch in den Steinbrüchen von Hamel-Bazire bei St. Lô wird das Nitroglycerin unmittelbar vor dem Verbrauch täglich dargestellt[134]). In einem Glasballon von 5 Liter Inhalt werden 2 Kilogramm sehr concentrirte Schwefelsäure von 66 Grad Baumé mit 1 Kilogramm sehr concentrirter Salpetersäure von 48 Grad Baumé gemischt und in dieses Gemisch unter steter Abkühlung des Gefässes 450 Gramm Glycerin von 28 bis 30 Grad Baumé ganz allmälig und mit Unterbrechung eingegossen, wozu man 20 Minuten gebraucht. Man erhält 0,325 bis 0,45 Liter Nitroglycerin. Die Flüssigkeit lässt man in eine Schale von Sandstein laufen unter Hinzufügen von Wasser, um das Nitroglycerin auszuwaschen, wobei sich dasselbe auf dem Boden sammelt, von wo man es in Flaschen füllt, welche entkorkt stehen bleiben. Ein Mann kann in einem Tage 4 bis 5 Liter darstellen. Es sind bei der Fabrikation zwei Mann beschäftigt, welche zugleich das Sprengöl zu den Arbeitspunkten bringen und die Bohrlöcher damit laden; man verwendet auf 1 Meter Lochtiefe $^1/_5$ bis $^1/_3$ Liter Sprengöl. — Um die Gefahren der Darstellung des Nitroglycerins und der Nitrilpräparate nach Möglichkeit zu verringern, hat Engels zu Kalk bei Deutz eine transportable Fabrik aus einer Zahl geschlossener Wagen znsammengestellt, mit

133) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 61.

134) Harlé in Annales des mines. Paris 1871. t. 19. p. 16.

welcher die Fabrikation am Gebrauchsorte stattfindet[134a]). — Nach der von Champion gegebenen Beschreibung der fabrikmässigen Darstellung des Nitroglycerins[135]) werden

380 Gramme Glycerin von 31 Grad Baumé,
1000 „ rauchende Salpetersäure von 50 Grad Baumé,
2000 „ Schwefelsäure

gemengt und dadurch 760 Gramme Nitroglycerin gewonnen; durch ein grösseres oder geringeres Quantum von Schwefelsäure wird das Ausbringen an Sprengöl vermindert; dasselbe ist der Fall bei Anwendung eines geringeren Quantum von Salpetersäure, obgleich 36,8 Procent der benutzten Salpetersäure nicht zur Constitution des Nitroglycerins beitragen. Die Mischung erfolgt unter stetem Umrühren, was nach dem Berichterstatter ohne Gefahr sein soll (?); würde man das Umrühren zu lange fortsetzen, so erhielte man durch die Entwickelung von untersalpetrigsauren Dämpfen einen Wink. In einem um eine Achse beweglichen Recipienten befindet sich das Säuregemisch, welches durch Einblasen von Luft in Bewegung gesetzt wird. Am oberen Theile des Recipienten befindet sich zur Aufnahme des Glycerins ein Gefäss, welches rasch in die im Recipienten befindliche Säure entleert werden kann. Unterhalb des Recipienten ist ein mit Wasser gefüllter, in Bewegung erhaltener Behälter zur Aufnahme des Gemisches; durch die Bewegung wird eine gefährlich hohe Temperatur vermieden. Man erhält auf dem Boden des Behälters eine ölartige, weissliche, sehr saure Flüssigkeit, welche zum Gebrauch bei der Dynamitdarstellung vollständig gesättigt und entwässert werden muss. Deshalb rührt man sie mit Wasser um und setzt zuletzt doppelt kohlensaures Natron oder kohlensaure Kalkerde hinzu, weil die letzten Spuren von Säuren nur schwierig an Wasser abgegeben werden. Lässt man die Flüssigkeit längere Zeit stehen, so scheidet sich das wenige noch in ihr enthaltene Wasser auf der Oberfläche ab; soll sie schnell gebraucht werden, so kann man dieses Wasser durch Chlornatrium beseitigen, denn der Wassergehalt vermindert einerseits die Explosionskraft des Nitroglycerins, andererseits das Absorptionsvermögen der amorphen Substanzen, welche für die Darstellung des Dynamits, Dualins u. s. w. als Träger des Nitroglycerins dienen. — Da das Nitroglycerin, obwohl als solches nicht mehr in Benutzung stehend, zur Darstellung von Dynamit u. s. w. hergestellt werden muss, so ist jede Bemühung, die bei seiner Mischung vorhandenen Gefahren zu beseitigen, empfehlenswerth. Eine Hauptbedingung der gefahrlosen Darstellung ist die sorgfältigste Abkühlung beim Eintröpfeln des Glycerins in das Säuregemisch; einem Mangel solcher Sorgfalt scheint die furchtbare Explosion zuzuschreiben zu sein, welche bei Beuthen in Oberschlesien eine Dynamitfabrik während der Nitroglycerinpräparirung vom Erdboden verschwinden machte.

[134]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1880. S. 589.

[135]) Champion in Dingler polyt. Journal. Bd. 202. S. 369.

In Frankreich kam das Dynamit zuerst bei der Belagerung von Paris zur Anwendung; bei der Darstellung des hierzu nöthigen Nitroglycerins verfuhr man folgendermassen[136]). Das Säuregemisch wurde in emaillirte eiserne Schalen geführt, welche auf mit kaltem Wasser gefüllte Bütten angeordnet waren. Die das Glycerin enthaltenden Flaschen standen über den Schalen und ihr Inhalt von ca. 1 Liter wurde mittelst eines Glashahnes in einem dünnen Strahle zu dem Säuregemisch geführt. Die Temperatur wurde dabei ständig unter 20 Grad Celsius gehalten, wozu ein elektrischer Thermometer benutzt wurde. In jede Schale tauchte ein Luftthermometer, welches aus einer mit Luft gefüllten Kugel bestand; dieselbe trug ein Rohr, welches die als Index dienende Quecksilbersäule enthielt. An einem Punkte in diesem Rohre, unter welchem die Quecksilbersäule bei regelmässigem Gange des Verfahrens bleiben sollte, waren zwei elektrische Drähte in das Rohr eingeführt; sobald die Temperatur in dem Gemisch über die normale stieg, berührte das Quecksilber die Drähte, wodurch der elektrische Strom geschlossen wurde und eine Glocke als Signal in Bewegung setzte, auch zeigte ein Indicator die Temperatur in der betreffenden Schale an. Um die Temperatur wieder unter 20 Grad Celsius sinken zu machen, wurde entweder der Zufluss des Glycerins unterbrochen, oder das Wasser im Kühlbottich erneuert, oder man brachte Eis in das Wasser; genügten diese Mittel aber nicht oder konnten sie augenblicklich nicht angewendet werden, so brauchte man nur die Schale in den Kühlbottich auszuleeren, wozu eine mechanische Vorrichtung vorhanden war. Zum Umrühren des Gemisches während des Eintröpfelns des Glycerins dienten entweder rotirende, mit hölzernen Schaufeln versehene und durch ein Uhrwerk in Bewegung gesetzte Rührer, oder man blies durch eine Gebläsevorrichtung Luft ein, wodurch die Bewegung der Flüssigkeit hervorgerufen wurde.

Kurtz[137]) beseitigt die Gefahr beim Nitriren des Glycerins dadurch, dass das gebildete Nitroglycerin beständig und in dem Masse, wie frisches Glycerin zugeführt wird, von der zur Nitrirung dienenden Säure abfliesst, wodurch jede zu weit gehende Zersetzung vermieden wird, welche bei zu lange dauernder Berührung des Nitroglycerins mit der Säure eintreten kann. Ausserdem ist immer nur eine verhältnissmässig geringe Menge in Verarbeitung. Das Glycerin wird durch eine Brause in fein vertheiltem Zustande in den Boden des die Mischsäure enthaltenden Gefässes eingeleitet und durch einen ebenfalls in feinen Strahlen unten eingeführten Strom comprimirter Luft mit der Säure energisch durch einander gemischt, wobei die Luft eine vollkommene Abkühlung der Masse bewirkt. Das gebildete Nitroglycerin steigt auf die Oberfläche der Säure und fliesst in dem Masse oben ab, wie unten Glycerin hinzutritt. Das abfliessende Nitroglycerin

136) Dingler polyt. Journal. Bd. 201. S. 35.

137) „Die chemische Industrie“ Monatsschrift von Dr. Jacobsen. Berlin 1879. S. 245. — Dingler polyt. Journal. Bd. 234. S. 389. — Boeckmann a. a. O. S. 290.

gelangt nach und nach in mehre Wasserbehälter, in welchen die noch anhaftende Säure abgewaschen wird, wobei gleichfalls ein Strom comprimirter Luft die innige Vermischung bewirkt. Das reine Nitroglycerin sinkt in dem Wasser nach unten und wird auch hier beständig in demselben Masse abgeführt, als oben Nitroglycerin aus dem Mischgefäss zutritt und zwar von einem Wasserbehälter zum anderen, bis zuletzt in das fern stehende Sammelgefäss. Die Apparate stehen zwischen schützenden Erdwällen und der Arbeiter regulirt alle Hähne von oben her, damit er sich bei Anzeichen zu starker Zersetzung, welche übrigens noch Zeit lässt, das Mischgefäss schnell in einen darunter befindlichen Kanal zu entleeren, schnell hinter die Wälle retten kann. Nach einem Reichspatent hat Kurtz das Verfahren später dahin abgeändert[137a]), dass das zufliessende Glycerin durch ein Luftstrahlgebläse in eine Emulsion verwandelt wird und als solche in die Mischsäure gelangt. — Boutmy mischt an Stelle von reinem Glycerin Sulfoglycerin mit dem Säuregemisch, wobei eine Temperatur von 21,9 Grad erzielt wird, während bei dem gewöhnlichen Verfahren dieselbe die Höhe von 41,1 Grad erreicht, sie wird also um fast 20 Grad herabgezogen[137b]).

Eigenschaften. Das Nitroglycerin ist eine helle, ölartige, farb- und geruchlose, schwach süsslich schmeckende Flüssigkeit von 1,6 specifischem Gewicht, die chemische Formel seiner Zusammensetzung wird angegeben $C^6 H^5 (NO^4)^3 O^6$ oder $C^5 H^5 O^3 (NO^5)^3$ oder $C^6 H^2 (NO^6 H)^3$, woraus bei der Explosion sich als Gase bilden: $6\ CO^2 + 5\ HO + 3\ N + O$[138]). Es ist schwerer als Wasser, unlöslich darin, dagegen löslich in Aether und Methylalkohol, in Alkohol bei mittlerer Temperatur wenig löslich, dagegen leichter in Alkohol von 50 Grad Celsius Temperatur; krystallisirt in langen Nadeln, nimmt schon bei + 4 Grad Celsius einen festen Aggregatzustand an, in dem es bis zu einer Temperatur von 11 Grad Celsius verharrt. Mehrere Stunden lang einer Temperatur von — 15 Grad Celsius ausgesetzt, wird es dickflüssig, ohne zu gerinnen; dagegen genügt eine hinreichend lange anhaltende Kälte von — 2 Grad Celsius, um es zum Krystallisiren zu bringen. In Folge eines kräftigen Stosses oder Schlages detonirt es auch an freier Luft, da sich aber die Entzündung nur schwierig fortpflanzt, unterliegt nur das von dem schlagenden Instrumente getroffene Quantum der Detonation; in dünner Schicht ausgegossen ist es schwierig an freier Luft zu entzünden, brennt nur theilweise ab und erlischt wohl ganz, wenn man das zündende Feuer davon entfernt. Durch mässiges Erwärmen unter 100 Grad Celsius verflüchtigt es sich ohne Zersetzung; kommt die Flüssig-

[137a]) Dingler polyt. Journal. Bd. 238. S. 328.

[137b]) Ebenda. Bd. 238. S. 329 nach Comptes rendus. Paris. t. 89. p. 414. — Berg- u. hüttenm. Zeitung. Leipzig 1882. S. 119.

[138]) Dingler polyt. Journal. Bd. 226. S. 646. — Berg- u. hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1878. S. 128.

keit in lebhaftes Kochen oder zu einer Temperatur von 180 Grad Celsius, so erfolgt eine Explosion. Nach Champion soll diese Annahme nicht richtig sein; derselbe will mittelst eines besonders construirten Apparates constatirt haben, dass eintritt

bei 185	Grad	Celsius	der Siedepunkt und eine Verflüchtigung mit Entwickelung gelber Dämpfe,
„ 194	„	„	langsame Verflüchtigung.
„ 200	„	„	rasche Verflüchtigung,
„ 217	„	„	heftige Verbrennung,
„ 228	„	„	lebhafte Verbrennung,
„ 241	„	„	schwache Detonation,
„ 257	„	„	heftige Detonation,
„ 267	„	„	schwächere Detonation,
„ 287	„	„	schwache Detonation mit Flamme.

Lässt man einen Tropfen auf eine mässig heisse Eisenplatte fallen, so nimmt er einen sphäroidalen Zustand an und verflüchtigt, auf eine rothglühende Platte, so erfolgt eine unmittelbare Entzündung und ruhiges Abbrennen; ist die Platte nicht rothglühend, aber heiss zum Kochen, so entsteht eine Detonation. Hiermit übereinstimmend sind auch die Erfahrungen, welche Professor v. Gorup-Besanez bei einer zufälligen Nitroglycerinexplosion in seinem Laboratium gemacht hat[139]). Wenn das Sprengöl unrein und sauer ist, so entsteht auch in verschlossenen Gefässen eine unfreiwillige Zersetzung, die von Gasentwickelung und Bildung von Oxalsäure begleitet ist, diese Gase üben einen Druck auf die Flüssigkeit in den Flaschen aus, so dass der geringste Stoss oder die schwächste Erschütterung eine Explosion bewirken kann. Eine derartige Veranlassung scheint die furchtbare Explosion gehabt zu haben, welche auf der königlichen Steinkohlengrube König in Oberschlesien zwei Arbeiter, als sie beschäftigt wasen, aus einer Vorrathsflasche mit 25 Pfund Sprengöl eine kleine Quantität zum Gebrauch abzugiessen, völlig zu Staub vernichtete. Um diese Gefahr zu mässigen, wird man gut thun, den Transport und die Aufbewahrung des Sprengöls nicht in solchen Gefässen geschehen zu lassen, von deren Aussenwänden sich der Stoss leicht auf die Flüssigkeit fortpflanzt, wie Fässer, Blechflaschen, welche ausserdem den Nachtheil mit sich führen, dass nach ihrer Entleeruug noch immer Oel an den Wänden haften bleibt, so dass bei ihrer späteren Verwendung zu anderen Zwecken, wie die Erfahrung an mehreren Orten bereits gelehrt hat, heftige und Vernichtung bringende Detonationen erfolgen. Nobel füllte das Oel deshalb in Glasflaschen, welche mit Weidengeflecht umzogen sind, so dass der Stoss möglichst unwirksam auf die Flüssigkeit wird. Um aber den Transport und die Aufbewahrung nach Möglichkeit ganz gefahrlos zu machen,

139) Dingler polytechn. Journal. Bd. 200. S. 321. — Glückauf. Essen 1871. No. 27. — Der Naturforscher. Berlin 1871. S. 196.

vermischte er später das Sprengöl mit wasserfreiem Methylalkohol (Holzgeist)[140]), wodurch das Sprengöl inexplosibel wird; um es in Gebrauch zu nehmen, wurde die Mischung mit Wasser geschüttelt, welches den Methylalkohol in sich aufnimmt, während das Nitroglycerin zu Boden sinkt und nun vom wasserhaltigen Methylalkohol durch Abguss desselben befreit werden kann; eine Gefährdung der früheren Eigenschaften hat das Nitroglycerin bei dieser Manipulation nicht zu erfahren. Dagegen[141]) erwachsen durch diese Mischung grössere Kosten und beim Auswaschen und Abgiessen des Methylalkohols gehen immer Theile des Nitroglycerins verloren; ausserdem ist Methylalkohol flüchtig, wodurch das Explodirbarwerden des Sprengöls allmälig wieder entsteht, wozu noch kommt, dass der Methylalkohol und seine Gase sehr leicht entzündlich sind und mit atmosphärischer Luft ein explosibles Gasgemisch geben. Deshalb wurde von anderer Seite empfohlen, nach Gale's Vorgang beim schwarzen Pulver, das Oel mit Sand oder anderen indifferenten, als Wärmeleiter dienenden Substanzen zu mengen, um die Masse des Sprengöls zu vertheilen; hierdurch aber wird Gewicht und Volumen sehr gross und der Transport wesentlich vertheuert, ausserdem beim Abgiessen durch Adhäsion des Oels an den Sandkörnern ein zu starker Verlust erzeugt. Von Dr. Wurtz wird vorgeschlagen, das Sprengöl mit einer Salzlösung von einem dem seinigen gleichen specifischen Gewicht zu einer Emulsion zu verarbeiten, wozu sich salpetersaures Zinkoxyd oder Kalkerde oder Magnesia eignen würde; zum Gebrauch wird das Gemisch mit Wasser behandelt, wobei sich das Nitroglycerin abscheidet und durch Abgiessen von seiner Beimischung befreit werden kann; Versuche müssen noch entscheiden, ob nicht dennoch eine freiwillige Trennung des Gemisches entsteht. Professor Suly endlich schlägt als Radikalmittel gegen die Zersetzung und die dadurch beim Stossen sich ergebenden Gefahren zunächst eine sorgfältige Bereitung vor, um das Sprengöl durchaus säurefrei zu machen und alsdann zur Vermeidung einer Anhäufung von sich freiwillig entwickelnder Säure den Zusatz einer Substanz in Pulverform, welche jede sich bildende Säuremenge sofort neutralisirt, ohne auf das Nitroglycerin eine chemische Wirkung auszuüben, wodurch jede freiwillige Zersetzung zu verhindern ist. — Es soll dem Engländer J. Horsley gelungen sein, auch das flüssige Sprengöl eines Theils seiner gefährlichen Eigenschaften zu entkleiden[142]), indem es unfähig gemacht ist, durch Annäherung von Feuer oder durch erhöhte Temperatur, durch einen Schlag auf eine harte Unterlage, durch Entzündung eines Zündhütchens in der Mitte der Masse zu explodiren. Die Mittel, welche

140) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1866. S. 254. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer 1866. S. 311.

141) Dingler polyt. Journal. Bd. 182. S. 247.

142) The Mechanics' Magazine. Bd. 90. S. 204. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17C. S. 3.

hierzu angewendet werden, findet man nicht mitgetheilt, indess wird man gut thun, auch solchen angeblich verbesserten Sprengöls sich nicht zu bedienen, da auch diesem bei weitem nicht alle und nicht die bedenklichsten gefährlichen Eigenschaften genommen zu sein scheinen. — Um die gefährlichen Transporte und längere Aufbewahrung zu vermeiden, wird, wie oben angegeben, das Nitroglycerin in Steinbrüchen bei Zabern im Elsass und bei St. Lô in Frankreich an Ort und Stelle und nur nach Bedarf dargestellt.

Eine weitere Gefahr beim Gebrauch des Nitroglycerins liegt in seiner Eigenschaft, schon bei einer Temperatur + 4 bis 11 Grad Celsius in festen Zustand überzugehen; da aber auf feste Körper der Stoss nachhaltiger wirkt, als auf flüssige, so veranlasst, wenn nicht die grösste Vorsicht angewendet wird, die Behandlung der festen Masse sehr bedeutende Explosionen und sind bereits vielfache Unglücksfälle auf diese Weise entstanden; auch der oben erwähnte auf Königsgrube vorgekommene wird von anderer Seite dem Umstande zugeschrieben, dass das aufbewahrte Nitroglycerin fest geworden sein möchte. Ein anderer in neuester Zeit 1868 auf derselben Grube vorgekommener Unglücksfall, durch welchen 5 Bergleute getödtet wurden, ist durch leichtsinnige Art und Weise in der Behandlung fest gewordenen Nitroglycerins entstanden[143]). Als Vorsichtsmassregel ist deshalb zu beachten, dass man das Sprengöl nur bei warmer Temperatur transportiren und in mässig erwärmten Räumen aufbewahren darf; wenn aber trotzdem ein Festwerden stattgefunden hat, darf man es nicht durch Annäherung an einen heissen oder gar glühenden eisernen Ofen flüssig machen wollen, weil durch eine zu starke Erhitzung Explosionen hervorgerufen werden, wie eine solche Behandlung auf einer der Gruben bei Saarbrücken und auch anderwärts Unglücksfälle herbeiführte, vielmehr muss man das Gefäss vorsichtig in erwärmtes Wasser bringen und darin das feste Oel aufthauen lassen. Höchst auffallend ist hiergegen die Behauptung von Beckerhinn[144]), nach dessen Versuchen das gefrorene Nitroglycerin bedeutend unempfindlicher gegen den Stoss sein soll, als das flüssige. Bei Anwendung einer Fallmaschine mit einem schmiedeeisernen Fallklotz von 2,130 kg Gewicht, welcher unten eine gehärtete stählerne Stossspitze von 7,068 Quadratmillimeter Fläche besass, und welchem als Unterlage ein flacher Ambos von Bessemerstahl diente, erfolgte die Detonirung des flüssigen Nitroglycerins bei 0,78 Meter Fallhöhe, während das gefrorene erst bei 2,13 Meter Fallhöhe zur Explosion gekommen sein soll. — Auffallend ist auch eine Notiz[145]), wonach das von Mowbray dargestellte, beim Auffahren des Hoosac-Tunnels verwendete Nitroglycerin im gefrornen

[143]) Berg- u. hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1868. S. 85.

[144]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1877. S. 223. — Wochenschrift des Vereins deutscher Ingenieure. 1877. S. 6.

[145]) Ebenda. Leipzig 1870. S. 336.

Zustande nicht zur Explosion gebracht worden sein soll, selbst nicht durch Schiessbaumwolle, Knallsilber oder Schiesspulver, vielmehr wird gerade dieser Zustand des Nitroglycerins für den Transport als ganz besonders geeignet erklärt. Diese Behauptung widerstreitet allen bisherigen Erfahrungen und bedarf der Aufklärung. Dieselbe wird dadurch zu geben versucht, dass man behauptet, es werde die grösste Sorgfalt bei der Darstellung beobachtet und die Beseitigung jeglicher freien Säure bewirkt[146]). Mowbray nennt sein Produkt Trinitroglycerin, welches vor der Explosion aus 15,85 pCt. Kohlenstoff, 2,20 pCt. Wasserstoff, 18,50 pCt. Stickstoff und 63,45 pCt. Sauerstoff besteht und bei der Explosion an Gasen liefert: 58,18 pCt. Kohlensäure, 19,80 pCt. Wasserdampf, 18,50 pCt. Stickstoff, 3,52 pCt. Sauerstoff[147]). Dasselbe soll sich gegen das Nobel'sche Produkt dadurch unterscheiden, dass sich beim Festwerden sein Volumen um $^1/_{12}$ verringert, während das Nobel'sche sich ausdehnt, auch bei + 7,2 Grad C. fest wird, während das Nobel'sche angeblich schon bei 12,8 Grad C. gefrieren soll. Es wird berichtet, dass ein Quantum von 2400 kg auf einem äusserst schnell fahrenden Eisenbahnzuge transportirt wurde, wobei der Wagen entgleiste, einzelne Kannen umhergeschleudert wurden, ohne dass eine Explosion stattfand. Auch Althans berichtet[148]), dass in Nordamerika das Nitroglycerin von Mowbray als relativ wenig gefährlich und wenig der Zersetzung unterworfen betrachtet wird. Die Fabrikation erfolgt durch Mowbray folgendermassen. In 5 Retorten von je 0,680 Kubikmeter werden 150 kg Natronsalpeter mit $187^1/_2$ kg englischer Schwefelsäure beschickt; thönerne Röhren leiten die Dämpfe in 4 Steinzeugvorlagen, von denen die beiden ersten je 75 kg, die dritte 50 kg Schwefelsäure enthalten, die vierte leer bleibt; die Salpetersäuredämpfe concentriren sich in den Vorlagen und mischen sich mit der Schwefelsäure, welches Gemisch nach 24 Stunden in Ballons aufgefangen und dann in einen Trog entleert wird. Zur Entfernung der Untersalpetersäure, so wie zur Erzielung einer gleichmässigen Mischung wird fünf Minuten lang ein Luftstrom in den Trog geleitet, wodurch jede Spur von Untersalpetersäure und salpetriger Säure beseitigt wird, was die Vorzüge des Produkts namentlich bewirken soll, da dadurcn eine freiwillige Zersetzung vermieden wird. Die so dargestellte Säure wird in Steinzeugkrüge vertheilt, welche in hölzernen Trögen stehen, worin sich eiskaltes Wasser oder ein Gemisch von Eis und Salz befindet. In jeden Krug von $8^1/_2$ kg Säuregehalt bringt man 1 kg reines Glycerin tropfenweise mittelst eines Gummischlauchs; während der Mischung wird aus einer Röhre kalte und getrocknete Luft in die Gefässe eingeführt, wo-

[146]) Dingler polyt. Journal. Bd. 208. S. 184. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1874. S. 139.

[147]) Dingler polyt. Journal. Bd. 212. S. 329.

[148]) Althans: Das Berg- u. Hüttenwesen auf der Weltausstellung zu Philadelphia i. J. 1876. Berlin 1877. S. 25.

durch eine vollständigere Mischung und eine Beseitigung der etwa noch vorhandenen salpetrigen Säure bewirkt wird. Das Eintröpfeln des Glycerins dauert $1^1/_2$ Stunden, wobei die grösste Vorsicht und Aufmerksamkeit angewendet werden muss unter steter Beobachtung der Temperatur, bei deren Steigen man das Gemisch umrühren muss. Entweichen keine rothen Dämpfe mehr, so ist die Mischung vollendet und die Flüssigkeit wird in eine 21 Grad C. warmes Wasser enthaltende Kufe entleert. Hier sinkt das Oel zu Boden, bleibt mit dem Wasser, welches demnächst abgezogen wird, 15 Minuten lang in Berührung und gelangt alsdann in einen schwingenden Bottich, worin es fünfmal gewaschen wird, dreimal mit Wasser, zweimal mit Sodalösung, indem gleichzeitig ein Strom Luft durchstreicht. In kupfernen Gefässen wird das Nitroglycerin nach dem Magazin geschafft, wo es in 30 kg haltende Steinkrüge gefüllt wird, welche 72 Stunden lang in einen hölzernen mit 21 Grad C. warmem Wasser gefüllten Trog gestellt werden, wo alle Unreinigkeiten sich auf der Oberfläche als Schaum ansammeln, der mit einem Löffel abgeschöpft wird. Hierauf ist das Produkt zum Verpacken fertig; es wird in Weissblechkannen, welche inwendig mit Paraffin überzogen sind und 28 kg Oel enthalten, übergeführt, diese werden in einen Eiswasser enthaltenden Bottich gestellt, bis das Oel gefroren ist. Zum Transport werden die Kannen in offene hölzerne Kisten verpackt, deren Boden mit Schwamm belegt ist, während die Kannen selbst mit zwei sich unten kreuzenden Guttapercharöhren versehen sind, damit sie sich gegenseitig und die Holzwände der Kiste nicht berühren. Zum Aufthauen des festen Oels ist jede Kanne mit einer 39 Millimeter weiten Röhre, welche in der Mitte von oben nach unten führt, versehen, in welche 21 bis 32 Grad C. warmes Wasser eingeleitet wird. Der Verschluss erfolgt durch einen mit einer Blase versehenen Kork. Das so verpackte gefrorene Oel soll völlig gefahrlos transportirt werden können und dessen Handhabung ohne alle Belästigung und mit dem grössten Effekt vor sich gehen!

Die von Schulze vorgenommene Untersuchung verschiedener Nitroglycerinprodukte auf Stickstoff zeigt, dass keins dieser im Handel verwendeten Produkte dem Gehalt von Trinitroglycerin an Stickstoff entspricht, dass aber das nach Mowbray'scher Methode, aber ohne Lufteinfuhr in der rheinischen Dynamitfabrik zu Opladen bei Köln dargestellte Nitroglycerin dem theoretischen Stickstoffgehalt (18,5 pCt.) mit 16,6 pCt. am nächsten kommt, während das von Nobel in Zamky i. J. 1863 dargestellte nur 16,1 pCt., aus dem Jahre 1872 nur 14,0 pCt., das zur Dualinfabrikation von Ditmar benutzte 13,9 pCt., das für den Lithofracteur von Krebs verwendete sogar nur 13,7 pCt. Stickstoff enthält[149]).

Entschieden nachtheilig auf den menschlichen Organismus wirkt das flüssige Oel, wenn es an die Lippen gebracht oder auch nur in mässigen

[149]) Dingler polyt. Journal. Bd. 215. S. 92.

Quantitäten genossen wird, Kopfschmerzen und Koliken sind die Folgen[150]); zweifelhaft aber ist es, ob die Verbrennungsgase gleichfalls einen nachtheiligen Einfluss ausüben, denn während von verschiedenen Versuchstationen dies behauptet wird, bestreitet man es von anderen ganz entschieden. Jedenfalls wird man, wie bei jeder Sprengarbeit, dafür Sorge tragen müssen, auch hier die Verbrennungsgase durch lebhaften Wetterwechsel möglichst schnell abzuführen; zur Vermeidung der Berührung mit dem flüssigen Oel selbst wird man die Anfertigung der Patronen oder das Füllen der Bohrlöcher mit Oel nur zuverlässigen Leuten überlassen dürfen, damit nicht jeder einzelne, unerfahrene Bohrhauer mit dem Sprengöl in Berührung kommt, seine Hände damit beschmutzt und diese an die Lippen führt. Von Freiberg[151]) wird in dieser Beziehung der wichtige Fingerzeig gegeben, dass in den Bohrlöchern nicht alles Nitroglycerin explodirt, sondern umhergeschleudert wird und im flüssigen Zustande an den abgerissenen Gesteinstücken oder an noch später zu gewinnenden Stücken hängen bleibt; Manipulation mit diesen bespritzten Stücken hat augenscheinlich zur Vergiftung der Arbeiter geführt oder, wo der etwaige Stoss oder Schlag auf diese Stücke Nitroglycerin traf, unvermuthete Explosionen veranlasst.

Die Wirkung[152]) des Nitroglycerins ist eine entschieden grössere, als die des gewöhnlichen Sprengpulvers. Nach der Theorie werden beim Pulver nicht mehr als 50 pCt. in Gas verwandelt, indem ein Volumen davon, abzüglich der durch die Hitze bewirkten Expansion, 200 Volumina kaltes Gas geben, in der Praxis ist aber die Verbrennung niemals so vollständig und 200 Volumina kalte Gase sind wahrscheinlich mehr als das Durchschnittsresultat. Nach der chemischen Formel enthält das Nitroglycerin 18 Theile Sauerstoff, wovon bei der Verbrennung 6 Theile Kohlenstoff 12 und 5 Theile Wasserstoff 5 absorbiren, so dass noch 1 Theil Sauerstoff nach der Verbrennung übrig bleibt. Von 100 Gewichtstheilen Sprengöl werden nach der Verbrennung gebildet:

20	Theile	Wasser,
58	„	Kohlensäure,
$3^1/_2$	„	Sauerstoff,
$18^1/_2$	„	Stickstoff,
100	Theile.	

Da das specifische Gewicht des Sprengöls = 1,6 ist, so erzeugt 1 Volumen desselben bei der Verbrennung:

[150]) Sitzungsberichte der niederrhein. Gesellschaft in Bonn in den Verhandlungen des naturhistor. Vereins der preuss. Rheinlande und Westfalens, Jahrg. 21. S. 38.

[151]) Müller: Ueber die in dem Freiberger Bergamtsrevier mit Nitroglycerin angestellten Sprengversuche in Jahrbuch f. d. Berg- u. Hüttenmann. Freiberg 1867. S. 223. — Uebersetzt von Grand' Eury in bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris 1870. t. 15. p. 511.

[152]) v. Förster Bauzeitung a. a. O.

554	Volumina	Wasserdampf,
469	„	Kohlensäure,
39	„	Sauerstoff,
236	„	Stickstoff,
1298	Volumina	zusammen,

oder rund 1300 Volumina. Nach Wagner liefert 1 Klgrm. Nitroglycerin 0,710 Kubikmeter Gas oder 1 Liter dem Volumen nach 1135 Liter Gas oder bei gleichem Gewicht $3^1/_2$ Mal mehr als gewöhnliches Schwarzpulver, bei gleichem Volumen 6 Mal mehr. L'Hôte[153]) hat zur Bestimmung des Gasquantums und dessen Zusammensetzung in einem Eudiometer Nitroglycerin mittelst Durchschlagens eines elektrischen Funkens zur Explosion gebracht und gefunden, dass 1 Gramm Nitroglycerin 284 Kubikcentimeter Gas gab, dessen Zusammensetzung er bei 0 Grad und 760 Millimeter Druck ermittelte auf 100 Volumentheile zu

45,52	Theile	Kohlensäure,
20,36	„	Stickstoffoxyd,
33,92	„	Stickstoff,
99,80	Theile.	

Den bei der Verbrennung entwickelten Hitzegrad zu bestimmen, ist schwierig, er muss aber beim Nitroglycerin, bei dem eine vollständigere Verbrennung als beim Pulver stattfindet, grösser sein; dies wird auch bewiesen durch das intensivere Licht in der Flamme des Pulvers, wenn es mit einer geringen Quantität Nitroglycerin getränkt ist; deshalb wird man annehmen können, dass die durch Verbrennung des Nitroglycerins erzeugte Hitze eine doppelt so starke ist, wie die durch Verbrennung des Pulvers hervorgerufene. Wenn daher von 1 Volumen Pulver 200 Volumina kalte Gase 4 Mal ausgedehnt 800 Volumina heisse Gase ergeben, so erzeugen die aus 1 Volumen Nitroglycerin gebildeten 1300 Volumina kalte Gase, 8 Mal ausgedehnt, 10400 Volumina heisse Gase, und es hat demnach das Sprengöl im Verhältniss zum Pulver ca. die 13fache Kraft dem Volumen nach, wobei das specifische Gewicht des Pulvers zu 1,0 angenommen wird. Die Entzündungstemperatur wird zu 256 bis 257 Grad C. angegeben und die entwickelten Wärmecalorien sind auf 1282000 ermittelt; der Effekt würde ein noch höherer sein, wenn nicht 1 Volumentheil oder 3,52 pCt. Sauerstoff ungenutzt bleiben müsste, weshalb man wohl, um diesen Sauerstoff zu verbrennen, organische Basen beimischt, welche ausserdem dazu dienen sollen, etwa vorhandene Säuren abzustumpfen[154]).

Da die Explosion des Sprengöls viel schneller als die des Pulvers stattfindet, so übersteigt in der Praxis die Wirkung desselben noch die des

[153]) Dingler polyt. Journal. Bd. 202. S. 540. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1874. S. 71.

[154]) Dingler polyt. Journal. Bd. 203. S. 309; Bd. 212. S. 323. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1872. S. 183.

Pulvers in höherem Grade, als nach der Theorie berechnet ist. Nimmt man den Effekt von 13 Gramm Schwarzpulver als Einheit an, so ist der des Nitroglycerins bei der Explosion zweiter Ordnung (d. h. beim einfachen Abbrennen) auf 4,80, bei der Explosion erster Ordnung (d. h. mit Detonation) auf 10,13 ermittelt[155]). Obwohl daher der Preis des Sprengöls (3,80 Mark für das Pfund) sehr beträchtlich viel höher ist, als der des Pulvers (0,40 bis 0,50 Mark für das Pfund), so ist bei dem Umstande, dass 1 Pfund Sprengöl mindestens so viel leistet, wie 8 Pfund Pulver, in ökonomischer Beziehung der Vortheil entschieden auf Seiten des Sprengöls. Aber auch in Bezug auf die Leistungen beim Sprengen haben nicht nur Versuche, sondern auch längere Anwendung an den verschiedenen Betriebsorten dargethan, dass grössere Massen den Schüssen vorgegeben werden können, so dass also mit einer geringeren Zahl von Bohrlöchern dasselbe geleistet werden kann, als bei Anwendung von Pulver. Herr Eric Unge[156]) behauptet, dass die Sprengarbeiten bei dem Tunnelbau unterhalb Stockholms seit Anwendung des Sprengöls um 87 pCt. schneller vorrückten, als früher; bei der Gewinnung von Dachschiefer in Nordwales[157]) wendete man mit Vortheil das Sprengöl an, da eine Sprengölladung eine ebenso grosse Schiefermasse wie 4 bis 5 Pulverladungen hebt, mithin weniger Schüsse nothwendig werden. Auch bei Versuchen in Freiberg[158]), sowie in Belgien[159]), hat man sehr günstige Erfolge erzielt. Solchen Thatsachen gegenüber bleiben die ungünstigen Resultate, wie sie z. B. bei der Gewinnung der Knottenbleierze in der Buntsandsteinformation auf der Grube Neu-Schunk Olligschläger bei Commern[160]) oder bei den Versuchen von Neimke am Harz[160a]) gewonnen wurden, in der Minderheit und wenn sich auch herausgestellt hat, dass in Steinbrüchen, wo man den Schüssen mehr vorgeben kann, grössere Wirkungen erzielt werden, so haben sich auch an sehr vielen unterirdischen Betriebspunkten in den Gruben, wenn auch für die verschiedenen Gesteinsarten bei weitem nicht gleichmässig, die günstigsten Resultate herausgestellt.

Da man eine geringere Zahl Bohrlöcher für denselben Effect gebraucht, so rückt nicht nur die Arbeit schneller vor, man bedarf auch geringere Arbeitskräfte, die Productionskosten verringern sich, die Production steigt, auch kann man dünnere, nur 13 Millimeter starke Bohrer[161]) anwenden,

[155]) Der Naturforscher. Berlin 1874. S. 479.

[156]) v. Förster Bauzeitung a. a. O.

[157]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. 1867. S. 223.

[158]) Richter: Versuche mit Sprengöl in berg- u. hüttenm. Zeitung. v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1867. S. 289. 345.

[159]) Annales des travaux publics de Belgique. Bruxelles 1866. pag. 171.

[160]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1866. S. 275.

[160a]) Zeitschr. des oberschles. berg- u. hüttenm. Vereins. 1882. S. 167. — Glückauf. Essen 1882. No. 76. 77. 83.

[161]) Berggeist 1867. S. 255.

weil ein geringeres Quantum Sprengmaterial für denselben Effect genügt. Ein sehr grosser Vorzug liegt in der leichten Besetzungsart der Bohrlöcher. Das Oel wird bei nach Unten gekehrten Bohrlöchern mittelst eines Trichters eingegossen, bei anderen Bohrlöchern in einer gutgeleimten Patrone eingebracht. Im letzteren Falle macht man die Patrone länger, als zur Aufnahme des Oels nöthig ist, auf das Oel bringt man einen Kork, schüttet etwas Pulver darauf, bringt eine Zündschnur in das Pulver hinein, die man an die Patrone anbindet und mit Papierpfropfen noch befestigt, und führt die so armirte Patrone in das Loch, worauf man losen Sand oder Letten darauf schüttet, ohne dabei aber irgend welchen Druck auszuüben. Wird das Oel eingegossen, so legt man darauf, nachdem man die Zündschnur in's Oel hinein gebracht hat, einen Papierpfropfen, schüttet Pulver darauf und besetzt alsdann wie vorher. Nach 8 bis 10 Minuten ist der Zünder abgebrannt, das Pulver entzündet sich und setzt durch den dadurch erzeugten Stoss das Nitroglycerin in Explosion, durch welche die ganze Gesteinmasse abgehoben und zerspalten, nicht umhergeschleudert wird. Im Vogesensandstein bei Zabern hoben 1500 bis 2000 Gramm Sprengöl 40 bis 80 Kubikmeter ziemlich feste Masse auf einmal. Es ist hier zu bemerken, dass man, wenn das Sprengöl überhaupt noch in Benutzung stände, statt des Pulvers beim Besatz eine Zündkapsel mit Knallsatz anwenden würde, wie es jetzt beim Dynamit und den übrigen Nitroglycerinpräparaten der Fall ist.

Ganz vorzüglich wurde das Sprengöl zum Sprengen unter Wasser geeignet befunden, wie z. B. die Arbeiten beim Abteufen des von Krugschachtes auf der Königsgrube[162]) bewiesen. Man hatte hier nicht nöthig, das Bohrloch zuvor auszutrocknen, sondern goss durch ein Rohr das Oel hinein, benutzte eine Guttaperchazündschnur, unten mit einem Patentzündhütchen versehen, welche man bis auf die Sohle des Lochs einschob, beseitigte das Rohr und liess das Wasser als Besatz dienen.

Als ein Nachtheil ist noch hervorzuheben, dass durch die Schüsse nicht immer die ganze Masse Sprengöl verbrannt wird und in den stehenbleibenden Bohrlochstheilen (Pfeifen) Sprengölmassen zurückblieben; wurden alsdann diese Pfeifen zum Ansetzen neuer Bohrlöcher benutzt, so entstanden unvermuthete Explosionen. Daher musste bei Anwendung von Nitroglycerin das Benutzen solcher Pfeifen verboten werden[163]). Auch in Klüfte zieht sich unverbranntes Nitroglycerin, in denen bei der Fortsetzung des Bohrens das Oel zur Explosion gebracht werden kann, weshalb immer grosse Vorsicht anzuwenden ist.

Erwähnenswerth bleibt noch, dass man grosse Massen von Metall u. s. w. z. B. Eisensauen aus den Hochöfen, deren Beseitigung bisher sehr schwierig oder unmöglich war, durch Nitroglycerin sehr leicht zerstückelt, ja dass man sogar die Eisensauen noch innerhalb der ausgeblasenen Hochöfen auf

[162]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1867. S. 126.

[163]) „Glückauf“ berg- u. hüttenm. Ztg. Beil. zur Essener Ztg. 1866. No. 42.

diese Weise zerkleinert, wodurch ihre Beseitigung schneller und weniger kostspielig erfolgt.

Es ist unleugbar, dass der Transport und die Handhabung des Nitroglycerins die grösste Vorsicht erfordert und grosse Gefahren mit sich führt, so dass dessen Gebrauch fast überall beseitigt ist, da man in den festen Nitrilverbindungen, wobei irgend eine pulverförmige Substanz dem Nitroglycerin als Träger dient, einen völligen Ersatz für das Sprengöl zu schaffen gewusst hat.

bb. Das Sprengpulver von Nobel.

In Schweden ist bei Tagebauen ein von Nobel dargestelltes Sprengpulver[164]) zur Anwendung gelangt, welches gewöhnliches schwarzes, mit Nitroglycerin getränktes Schiesspulver ist. Das Pulver wurde etwas feiner, als das sonst gebräuchliche, und mit eckigem Korn hergestellt, es soll eine dreimal so grosse Wirkung wie gewöhnliches Pulver gehabt haben und wurde deshalb vorzugsweise zur Gewinnung grosser Massen benutzt. Das Pulver wurde in eine Blechpatrone geschüttet und dann mit Nitroglycerin übergossen, die zugekorkte Patrone mit dem Kork nach Vorn in das Loch gesteckt; dasselbe muss eine 4 bis 6 Millimeter grössere Weite als die Patrone haben. Der Zwischenraum zwischen Patrone und Bohrlochswand wurde mit Pulver ausgefüllt, welches 15 bis 30 Millimeter über die Patrone hinausreichte; dies ist das Zündungspulver, in welches der Zünder hineingesteckt wurde. Demnächst erfolgte die Besetzung des Bohrlochs, die zuerst sehr lose hergestellt wurde, um eine vorzeitige Entzündung zu verhüten. Dieses Pulver kommt aber auch in Schweden gar nicht mehr zur Anwendung, seitdem es den Bemühungen der Firma Alfred Nobel & Comp. gelungen ist, in dem Dynamit eine Mischung des Nitroglycerins mit einem festen Körper darzustellen, welches fast allen Erfordernissen im hohen Grade entspricht.

cc. Dynamit.

Das Dynamit[165]) hat als Träger des Explosionsstoffs Kieselguhr oder Infusorienerde, welche mit Nitroglycerin getränkt ist; dieser Träger ist fast reine Kieselsäure, welche bei Oberohe in Hannover vorkommt, sie wird, um sie von Wasser und organischer Substanz zu befreien, calcinirt

[164]) Turley: über Nobel's verbessertes Sprengpulver in berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1864. S. 77.

[165]) Gebrauchsanweisung von Alfred Nobel. Hamburg 1870. — Die Sprengstoffe der Dynamit-Actien-Gesellschaft vorm. Alfred Nobel & Comp. Hamburg 1882. — Handbuch für Minenarbeiter. Dyn.-Act.-Ges. Hamburg 1882. — Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen in Preussen. Bd. 16B. S. 321. — Berg- u. hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1870. S. 108. 136. — Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen. Wien 1868. S. 273. 1869. S. 101. 187. 234. 378. Jahrg. 1870. S. 300. — Dingler polyt. Journ. Bd. 190. S. 124. — Der Berggeist. 1868. S. 245. Jahrg. 1869. S. 15. Jahrg. 1872. S. 414. — Glückauf (Bei-

und durch Sieben von den gröberen Kieselkörnern befreit. Nobel ist auf diesen Stoff durch einen Zufall gekommen; derselbe wurde früher zur Verpackung der Sprengöl enthaltenden Blechflaschen benutzt, durch das Schadhaftwerden einer solchen Flasche erkannte man die Fähigkeit des Kieselguhrs, Nitroglycerin völlig aufzusaugen und überzeugte sich durch Versuche, dass unbeschadet der Erhaltung der dem Nitroglycerin innewohnenden explosiven Wirkungen die Neigung zum Explodiren erheblich vermindert war, worauf Nobel zur Fabrikation im Grossen schritt[166]). Auch bei Bilin in Böhmen, sowie in Schweden kommen dem hannöverschen Kieselguhr ähnliche Materialien vor; neuerdings sind in Schottland ausgedehnte Lager davon aufgefunden[166a]). In Paris, wo man, wie überhaupt in Frankreich, zuvor Dynamit nicht angewendet hatte, konnte man während der Belagerung Kieselguhr nicht erlangen und benutzte deshalb, da man sich von der Vorzüglichkeit dieses Sprengmittels für die Vertheidigung überzeugte, die Asche von der zur Gasbeleuchtung benutzten Bogheadkohle als Träger für das Nitroglycerin, dieselbe absorbirte das Zweifache ihres Gewichts an Nitroglycerin; sie wurde vor der Benutzung zermahlen und gerieben, um ein gleichmässiges Korn zu erhalten[167]). — Als Absorptionsmittel wird von Horsley gepulverter Alaun oder Bittersalz, welches durch ein feines Sieb

lage zur Essener Ztg.) Jahrg. 1868. No. 45. Jahrg. 1869. No. 1. 31. Jahrg. 1870. No. 21. — Der Naturforscher. Wochenblatt zur Verbreitung der Fortschritte in der Naturwissenschaft. Herausgegeben von Dr. W. Sklarek. Berlin 1868. Erster Jahrg. S. 308. Zweiter Jahrg. S. 362. — The Mechanics' Magazine 1868. p. 41. 246. Jahrg. 1869. p. 106. 121. 140. 371. — The Mining Journal. London 1868. p. 519. Jahrg. 1875. p. 610. — Justus Fuchs: das Nobel'sche Sprengpulver Dynamit in Californien. Hamburg 1868. — Geh. Bergrath Dr. Burckart im Berggeist. Köln 1870. S. 365. — Zeitschr. f. Bauwesen. Redigirt von G. Erbkam. Berlin 1868. S. 312. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin 1868. S. 275. Jahrg. 1871. S. 91. — Lauer: Spreng- und Zündversuche mit Dynamit und Schiessbaumwolle. Wien 1872. — Lauer: Anleitung für die rationelle Verwendung des Dynamits. Wien 1875. — Julius Mahler: die moderne Sprengtechnik. Wien im Juni 1873. S. 1. — Derselbe: die moderne Sprengtechnik. Wien im Februar 1875. S. 31. — Auszüge daraus in Dingler polyt. Journ. Bd. 214. S. 25; österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1873. S. 247; Glückauf. Essen 1873. No. 33. — Julius Mahler: Die Sprengtechnik. 8. Auflage. Wien 1878. — Dr. Gintl im officiellen Ausstellungsbericht von der Generaldirektion der Wiener Weltausstellung (Gruppe III. Section 5.) Wien 1873. S. 27. — Dr. E. v. Meyer: Die Explosivkörper. Braunschweig 1874. S. 66. — Henry: les Dynamits in bulletin de la société de l'industrie minérale. 2 série, tome IV. p. 47. — André a. a. O. p. 197. — Drinker: a treatise on Tunneling, Explosive Compounds and Rock Drills. — The Enginering and Mining Journal. New York. Vol. 25. p. 346. — Boeckmann a. a. O. S. 309.

[166]) Dr. v. Meyer a. a. O. S. 67.

[166a]) Engineering. London. Vol. 34. p. 384.

[167]) Dingler polyt. Journal. Bd. 201. S. 34.

gegangen ist, empfohlen; auf 8 Theile Alaun sollen 3 Theile Nitroglycerin genommen werden; diese Stoffe besitzen aber gar nicht, wie das Kieselguhr, die Eigenschaft der Absorption [168]). Horsley wendet auch ein Gemisch von chlorsaurem Kali mit Galläpfeln als Träger an und befeuchtet dasselbe mit 20 pCt. Nitroglycerin [169]). — Auf der Braunkohlengrube zu Fohnsdorf (Obersteiermark) wird ein Dynamit angewendet, welcher nach den Untersuchungen des Professor Dr. Schwarz zu Graz Kreide mit Sägespänen als Träger enthält; dass dieselbe das Nitroglycerin nicht vollständig absorbirt, war schon dadurch erwiesen, dass in den zur Untersuchnng gestellten Patronen Nitroglycerin ausgeschwitzt war und die Patronenhülsen durchfeuchtet hatte, was sehr gefährlich werden kann. Der einzige Vortheil der Verwendung der Kreide ist der, dass etwaige Säurespuren im Nitroglycerin abgestumpft werden, was man aber beim Nobel'schen Dynamit durch Zusatz einer geringen Menge Kreide zur Kieselguhr erreichen könnte [170]). — Trauzl hat einen besonders präparirten Holzstoff aufgefunden, welcher, gleichwie Kieselguhr, fähig ist 70 bis 75 pCt. Nitroglycerin aufzusaugen; vor dem Kieselguhrdynamit besitzt dieser Dynamit den Vortheil, bei längerem Aufenthalt in Wasser in seinen Mischungsverhältnissen constant zu bleiben und nichts von seiner Explodirfähigkeit zu verlieren, wenn auch sehr starke Knallsätze zur Explosion verwendet werden müssen, während er gegen sonstige mechanische Einwirkungen ganz unempfindlich ist; nach dem Trocknen aber ist er gleichwie der Nobel'sche Dynamit verwendbar. Das Product wird Cellulose-Dynamit genannt [171]).

Die fabrikmässige Darstellung des Dynamit erfolgt, indem das Nitroglycerin mit der Infusorienerde mittelst der Hand am besten in mit Blei oder Kautschuck ausgefütterten Holztrögen durchgeknetet wird [172]).

Nach den Angaben von Nobel enthält das Dynamit 25 Procent feste Bestandtheile, 75 Procent Nitroglycerin; nach angestellten Versuchen liessen sich mittelst starken Methylalkohols, 76,6 Procent ausziehen, welche sich als Nitroglycerin ergaben, während 23,4 Procent feste Bestandtheile (Kieselguhr) zurückblieben. Die unten angegebene Quelle enthält mehrfache Analysen, welche diese Zahlen im Ganzen bestätigen [173]). Nächst Nitroglycerin scheint kein anderes Sprengmittel (die neuere Sprenggelatine ausgenommen) eine gleiche Sprengkraft zu besitzen und bei richtiger Anwendung, wenn man in den Bohrlöchern zur Vermeidung leerer Räume

[168]) Dr. v. Meyer a. a. O. S. 76. — Dr. Gintl. a. a. O. S. 25.

[169]) André a. a. O. p. 199.

[170]) Dingler polyt. Journ. Bd. 205. S. 429. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1872. S. 391.

[171]) Berg- u. hüttenm. Zeitung. 1874. S. 362.

[172]) Capitaine: die Fabrikation des Dynamits in Dingler polyt. Journ. Bd. 206. S. 34. — Ebenda. Bd. 221. S. 274.

[173]) Dingler polyt. Journal. Bd. 233. S. 75. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1879. S. 269. — Glückauf. Essen 1879. No. 76.

die Dynamitpatronen fest eindrückt, kann man mit Dynamit selbst die Wirkungen des Nitroglycerins erreichen. An freier Luft angezündet, brennt es unter Entwickelung salpetriger Dämpfe ruhig und ohne Explosion; zum Explodiren kann es nur durch einen heftigen Stoss, am besten durch ein in das Dynamit eingebrachtes, mit Knallquecksilber gefülltes Zündhütchen gebracht werden, wobei sich Kohlensäure, Stickstoff und Wasserdampf, also unschädliche Gase, entwickeln; eine sehr dünne, auf Stein oder Eisen ausgebreitete Schicht explodirt durch einen sehr starken Schlag mit einem metallenen oder steinernen Instrument; der härteste Schlag bringt auch bei einer dünnen, auf Holz ausgebreiteten Schicht keine Explosion hervor, ebenso wenig das Herabfallen eines Gewichts auf grössere Massen von Dynamit. Dasselbe hinterlässt weisse Asche, aber keinen Rauch, erleidet durch Feuchtigkeit keine Veränderung, obwohl bei längerem Aufenthalt im Wasser ein Theil des Nitroglycerins ausgelaugt wird; dagegen wird es bei einer Temperatur unter + 8 Grad Celsius hart, wobei es nur schwer zur Explosion gebracht werden kann, weshalb man es in erwärmten Räumen aufzubewahren hat, da es für den Gebrauch sich weich anfühlen muss: Nobel empfiehlt, dass die Arbeiter es in der Tasche führen sollen, um es in der richtigen Weichheit zu erhalten. Derselbe Rath wird von Anderen wiederholt und als zweckmässig empfohlen, so auch von Turley[174]), welcher auch empfiehlt, das Dynamit in Räumen, welche durch Luftheizung erwärmt sind, aufzubewahren. Der explosive Bestandtheil des Dynamits, das Nitroglycerin, verwandelt sich bei Erreichung der Explosionstemperatur momentan und in seiner ganzen Masse in Gase; die Explosionstemperatur muss aber sehr hoch sein, da das Dynamit durch Berührung mit brennenden oder glühenden Körpern nicht explodirt, falls es nicht in einem widerstandsfähigen Raum fest eingeschlossen ist. Die hohe zum Explodiren erforderliche Temperatur bedingt eine ausserordentliche Expansion der erzeugten Gase und somit vermehrte Schnelligkeit der Explosionswirkung. Nach Roux und Sarrau[175]) entwickelt 1 Kilogramm Dynamit 1290 Calorien, 0,600 Kilogramm Gase, welche einem Volumen von 455 Liter (0,455 Kubikmeter) entsprechen. Die Wirkung der Explosion ist eine strahlenförmige, nach allen Richtungen sich gleichmässig zeigende, da eine Concentration der Kraft nach der Seite des schwächsten Widerstandes hin bei der Schnelligkeit der Gasentwickelung nicht denkbar ist. — Pellet[176]) hat Untersuchungen über die Entzündbarkeit des Dynamits angestellt. In dünnen Schichten ausgebreitet zersetzt sich das Dynamit bei der Berührung eines brennenden Körpers ohne Flamme; mit Flamme brennt es, doch ohne Explosion, bei Annäherung eines flammenden Körpers; endlich unter Detonation verbrennt es, wenn die Zersetzung durch eine Anfangs-

174) Turley in Zeitschr. für Gewerbe, Handel u. Volkswirthschaft. Beuthen 1872. S. 15.

175) Roux und Sarrau in Dingler polyt. Journ. Bd. 210. S. 24.

176) Die chemische Industrie von Dr. Jacobsen. Berlin 1878. S. 336.

detonation eingeleitet ist. Wenn im ersten Falle die Masse zu gross ist, so tritt Entflammung ein und bei noch grösseren Massen auch Detonation. Zur Einleitung einer explosiven Zersetzung dient ein Zünder aus Knallquecksilber, welches in pulverförmigem oder comprimirtem Zustande in Kupferumhüllung zur Verwendung kommt und zwar je nach der Empfindlichkeit des zu explodirenden Stoffes in Quantitäten von einigen Centigrammen bis zu 2 und 3 Gramm. Am grössten ist der Effect des Zünders, wenn derselbe von seiner Hülle möglichst vollkommen umschlossen ist. Die Explosionsempfindlichkeit hängt ab von der chemischen Natur der Substanz, ihrer Temperatur und ihrem physikalischen Zustand. So kommt ein Sack Dynamit nicht bei gewöhnlicher Temperatur, dagegen bei 30 Grad von einer Flintenkugel getroffen zur Explosion; eine sehr niedrige Temperatur vermag den Effect des Zünders erfolglos zu machen. Comprimirter Dynamit ist bei weitem leichter explosionsfähig, als pulverförmiger, und Dynamit von 45 Procent Nitroglyceringehalt ist weniger empfindlich, als solcher von 75 Procent Nitroglyceringehalt. Ein Gemisch von gepulvertem Glas und 20 Procent Nitroglycerin zeichnet sich durch sehr grosse Empfindlichkeit aus, weil in Folge der Unfähigkeit des Glases zur Absorption die Continuität der einzelnen Nitroglycerinhüllen nicht unterbrochen ist, wogegen ein mit sehr stark absorbirender Kieselsäure und 25 Procent Nitroglycerin hergestelltes Gemenge nur sehr wenig empfindlich ist.

Die Anwendung des Dynamits erfolgt zweckmässig und jetzt wohl ausschliesslich in Patronen, welche fertig in allen Längen von 26 bis 210 Millimeter und in Stärken von 13 bis 52 Millimeter geliefert werden, aus den verschieden langen Patronen kann man jede Länge combiniren, indem man die Patronen, ohne sie zu öffnen, aufeinander schiebt. Es ist die Wahrnehmung gemacht worden, dass das Patronenpapier fettig geworden ist, was durch Aufsaugen des Nitroglycerins in das Papier bewirkt sein soll und beim Gebrauch des Dynamits die Gefährlichkeit des Nitroglycerins aufrecht erhalten würde, weshalb empfohlen wird, als Patronenhülse nicht poröses Material zu wählen, welches das Nitroglycerin aus dem Dynamit nicht absorbirt[177]). Es scheint aber, als ob eine unsaubere Bearbeitung des Dynamits, eine übergrosse Anhäufung von Nitroglycerin oder ein nicht gut absorbirender Träger des Nitroglycerins im Dynamit das Fettigwerden des Papiers mehr verschulden, als das Papier selbst. So wird von Dynamit, welches auf einer Grube in Ungarn durch zu nahe Berührung mit Feuer explodirte, behauptet, dass in der Prager Fabrik, von wo es entnommen war, Kieselguhr angewendet sei, welches das zugesetzte Quantum Nitroglycerin nicht zu absorbiren vermocht hätte und in Folge dessen Nitroglycerin bei der Hitze ausgeschwitzt und explodirt wäre[178]); es scheint indess, als ob man es auch hier, wie in den häufigsten Fällen, mit gefrornem Dynamit zu thun gehabt hat. — Die Benutzung des losen Dynamits

[177]) Guyot in Dingler polyt. Journal. Bd. 202. S. 468.
[178]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1871. S. 128.

ist nicht zu empfehlen, theils weil es an den Bohrlochwänden anklebt, theils weil der Staub giftig ist. Die in das Bohrloch eingeführten Patronen werden mit einem hölzernen Ladestock fest hinuntergedrückt, um das Loch völlig auszufüllen, weil ein leerer Raum dem Effect schädlich ist. In die oberste Patrone wird der Zünder eingebracht, welcher aus einem mit Knallquecksilber gefüllten, besonders für diesen Zweck präparirten Kupferhütchen und der Zündschnur besteht; diese wird mit dem scharf abgeschnittenen Ende in das Hütchen gesteckt und dessen Rand fest an die Schnur mittelst einer Zange angekniffen: auf dieser Manipulation beruht die Sicherheit der Explosion, da nur dann eine Entzündung des Hütchens und mit ihr eine Fxplosion des Dynamits gewiss ist. Die oberste Patrone wird an dem zugedrehten Ende geöffnet, der Zünder in dieselbe, etwa 26 Millimeter tief in das Dynamit, eingesteckt und der obere Rand der Patrone an die Schnur sehr fest angebunden, damit der Zünder sich nicht verschiebt. Bei nassen Bohrlöchern muss das Zündhütchen mit etwas Pech an die Zündschnur befestigt werden, damit der Knallsatz im Hütchen nicht undicht wird. Anfänglich hatte man Zündhütchen angewendet, deren Knallsatz zu klein war und die Explosion des Dynamits nicht bewirkte. Andererseits konnte ein solcher Mangel an Explodirbarkeit auch an dem zu geringen Gehalt von Nitroglycerin liegen, da das Dynamit um so schwerer zur Explosion zu bringen ist, je ölärmer es ist, falls man nicht den Knallsatz im Zündhütchen angemessen verstärkt. Einen Gehalt von 75 Procent Nitroglycerin hat die Erfahrung als am zweckmässigsten ergeben; ein höherer Gehalt ist bedenklich, da alsdann keine vollständige Absorption eintritt und, wie schon oben bemerkt, dem Dynamit alsdann die Gefahren des Sprengöls innewohnen[179]).

Der Besatz wird aus Letten, losem Sand oder Wasser ausgeführt, muss überhaupt lose sein, weil der feste Besatz, wie aus der Explosionswirkung folgt, ohne allen Nutzen ist, wodurch die mannigfachen kleinen Unfälle, von welchen der feste Besatz häufig begleitet ist, völlig vermieden werden. Von dem Agenten für den Vertrieb des Dynamits in Oesterreich, Mahler in Wien, werden in Bezug auf die Ladung und den Besatz der Bohrlöcher mit Dynamit ausführliche Anweisungen ertheilt[180]), welche mit Vorstehendem genau übereinstimmen.

Die Vorzüge des Dynamits vor anderen Sprengmitteln haben sich nicht nur durch einzelne Versuche, sondern durch den fast in allen Bergrevieren eingeführten, betriebsmässigen Gebrauch zur Evidenz herausgestellt; nur an wenigen Punkten hat man ungünstige Resultate erzielt, so wird z. B. von Versuchen auf Kurprinz Friedrich August Erbstolln in Sachsen[181])

[179]) Turley a. a. O.

[180]) Mahler: die moderne Sprengtechnik. Wien 1873. S. 7; Wien 1875. S. 33.

[181]) Müller: über Sprengversuche mit Dynamit in Jahrbuch für den Berg- und Hüttenmann. 1869. S. 154. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris 1870. t. 15. p. 522.

berichtet, welche trotz höheren Effects einen so bedeutenden Kostenaufwand ergeben haben, dass man bei der Anwendung von schwarzem Schiesspulver stehen geblieben ist, ausserdem sollen dort die Verbrennungsproducte einen stechenden Geruch, Angreifen der Augen, Kopfschmerzen und Uebelkeiten hervorgerufen haben, was um so auffälliger erscheinen muss, als gerade hierin sonst überall ein Vorzug gefunden wird, dass die Arbeiter ganz und gar nicht von den Verbrennungsproducten belästigt werden. Die Literatur beschäftigt sich mit grosser Vorliebe damit, alle die Punkte aufzuzählen, wo das Dynamit mit Erfolg versucht und eingeführt wird; ihr an dieser Stelle zu folgen ist unmöglich. Es sei nur erwähnt, dass sich das Dynamit in den Bergrevieren aller Länder immer mehr einbürgert und festsetzt, namentlich in Deutschland, in Oesterreich[182]), in England[183]), in Amerika[184]). Auch in Frankreich fängt man in ausgedehntem Maasse an, die Vorzüge dieses Sprengmittels zu erkennen und zu würdigen[185]), wenn auch Verschlechterung der Wetter, zu starke Wirkung in einzelnen Fällen und andere Unannehmlichkeiten bemerkt wurden[186]), was darauf hindeutet, dass man im Gebrauch noch nicht geübt war oder nicht probemässiges Material verwendete; dagegen hat man auch in Frankreich sehr befriedigende Resultate auf den Steinkohlengruben bei Ronchamp[187]), auf den Schwefelkiesgruben im Garddepartement[188]) erzielt. Welche Wichtigkeit man dem neuen Sprengmittel beilegt, beweist die Berathung, welche man in der Nationalversammlung der Frage hat angedeihen lassen, ob die Fabrikation desselben, wie bisher, länger noch ein Monopol der Regierung oder unter Auferlegung einer Steuer, welche übrigens in keinem anderen Lande be-

[182]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1872. S. 100. 157. 276. Jhrg. 1878. S. 207. — Berg.- u. hüttenm. Jahrb. der k. k. Bergakademien. Prag 1872. Band 20. S. 233. — Glückauf. Essen 1872. No. 19. 49. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1874. S. 360.

[183]) Dr. Burkart: die neuen Versuche mit verschiedenen Sprengmitteln in England (Dynamit) in Berggeist. Köln 1872. S. 537, der Naturforscher. Berlin 1873. S. 47, Glückauf 1872. No. 50, österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1872. S. 364. — The Mining Journal. London 1872. pag. 468. 606; Jhrg. 1873. p. 175. 210. 956. 1406; Jhrg. 1874. pag. 415. 663. 692. 742. 779. 1153. Jhrg. 1877. p. 1283.

[184]) Zeitschr. der deutsch. Ingen. Berlin. Bd. 18. S. 47. — Der Civilingenieur. Leipzig. Bd. 20. Literatur- u. Natizblatt. S. 60. — Der Berggeist. 1873. S. 333. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1873. S. 235.

[185]) Annales des mines. Paris. 7 Série, tome 20. pag. 662. — Dingler polyt. Journ. Bd. 202. S. 504; Bd. 206. S. 45.

[186]) Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. 2 série, tome I. pag. 523.

[187]) Ebenda. pag. 59.

[188]) Ebenda: 2 série, tome 2. pag. 580. — Berg- u. hüttenm. Zeitung. Leipzig 1874. S. 66.

steht, der Privatindustrie freigegeben werden soll[189]); die Erörterungen haben dahin geführt, dass die Fabrikation mittelst Gesetz vom 8. März 1875 freigegeben und mittelst Reglement vom 24. August 1875 geregelt ist; man hat auch in Frankreich die völlige Gefahrlosigkeit des Transports sogar auf Eisenbahnen, so wie der Aufbewahrung constatirt[190]).

Die Vortheile des Dynamits bestehen vorzugsweise in einer Arbeitsersparniss, weil bei dem grösseren Effect des Sprengmittels weniger Bohrlöcher erfordert werden und diese zugleich von geringerem Durchmesser sein können, dieselbe wird zu 23 bis $33^1/_3$ Procent angegeben; hieraus folgt ferner eine Beschleunigung der Arbeit, so dass die sonstigen Leistungen mehrerer Tage bei Anwendung von Dynamit in wenigen Stunden bewirkt werden. Hiermit in Verbindung steht ferner die Ersparung am Schärfen und Verstählen der Bohrer, weil eben eine viel geringere Zahl Bohrlöcher nothwendig ist. Das Dynamit besitzt fast vollständige Gefahrlosigkeit beim Gebrauch, wodurch es sich vor anderen Sprengmitteln vortheilhaft auszeichnet, auch ist die Unschädlichkeit der Verbrennungsgase bei Abwesenheit von Rauch besonders hervorgehoben. Andererseits will man beobachtet haben, dass frisch erzeugtes Dynamit beim Gebrauch Kopfschmerzen verursacht habe, während dasselbe Product nach vierzehntägiger Aufbewahrung diese üble Eigenschaft nicht besessen habe[191]); es scheint nicht aufgeklärt zu sein, ob nicht beim ersten Gebrauch Fehler stattgefunden haben, welche die vollständige Explosion verhinderten, da man nach einer solchen sonst nirgends von nachtheiligen Einflüssen auf den Gesundheitszustand der Arbeiter berichtet. Vor nassen Oertern und selbst unter Wasser kann die Schiessarbeit wie bei dem trockensten Gestein vorgenommen werden, auch soll es gleich vortheilhafte Anwendung beim festesten Gestein, wie in lockeren Massen, in Thon, Kreide und ähnlichen Gesteinen finden, während in den letzteren Gesteinen Pulver leicht versagt; dass die härtesten Massen, wie Stahlblöcke, Eisensauen, u. dgl. m. mittelst Dynamit leicht zersprengt werden, wurde schon früher erwähnt[192]). Auf dem Rammelsberge am Harz werden grosse Schwefelkiesblöcke durch Dynamit zertrümmert, indem man eine Dynamitpatrone auf die obere Fläche legt, mit feuchtem Letten dicht überdeckt und mittelst Zünder wegthut[193]). Es ist beobachtet worden, dass es sehr günstige Wirkungen im Gestein mit festen Krystalldrusen zeigt, so in Raibl[194]), in Iserlohn[195]), wogegen man am Harz die Wahrnehmung gemacht haben will, dass in dem dortigen festen Gestein starkes Schwarzpulver von 76 pCt. Salpetergehalt bessere Wirkungen, als

[189]) Bulletin a. a. O. 2 série, tome 3. p. 193.

[190]) Annales des mines. Paris. 7 série, tome 16. p. 229.

[191]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1871. S. 347.

[192]) Champion in Dingler polyt. Journal. Bd. 202. S. 471.

[193]) Ebenda. Bd. 201. S. 80. — Berggeist. Köln 1871. S. 407.

[194]) Glückauf. Essen 1872. No. 19.

[195]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Band 20B. S. 354.

Dynamit, liefere, was der Aufklärung bedarf. Sehr vortheilhaft sind die Leistungen des Dynamits beim Schachtabteufen, namentlich beim Einbruchsschiessen, während die Resultate beim Querschlag- und Streckenbetrieb, wo das Gestein stärker gespannt ist, weniger günstig sind[196]). Ganz besonders hervozuheben aber sind die Leistungen in wasserreichem Gestein und unter Wasser, weil das Dynamit daselbst ohne alle weiteren Vorkehrungen und ohne besonderen Besatz, wenn die Entzündung schnell erfolgt, verwendet werden kann, so dass es auch bei Eissprengungen mit wesentlichem Nutzen zur Anwendung gelangt[197]). Für die Schiessarbeit in der Kohle wird das Dynamit nicht allgemein empfohlen, es zertrümmert zu leicht die Stücke und ist dabei namentlich auch wegen der nothwendigen Benutzung der Zünder zu theuer; diesem Uebelstande abzuhelfen, hat Nobel ein zweites Nitroglycerinpräparat, Dynamit B oder Kohlendynamit, von 1,2 specifischem Gewicht, angefertigt, welches auf der Königsgrube in Oberschlesien, auch auf österreichischen Gruben versucht worden ist und wahrscheinlich weniger Nitroglycerin enthält; die Versuche zeigten zwar in Bezug auf den Stückkohlenfall das Präparat günstiger, als gewöhnliches Dynamit, indess ist dasselbe für den Zweck auch jetzt noch zu theuer, jedenfalls aber empfiehlt sich seine Anwenduug in nassen Kohlengewinnungsarbeiten. Von Mahler in Wien wird auch für Kohlensprengungen das besonders dazu präparirte Dynamit sehr empfohlen, wie auch die Resultate in Fohnsdorf in Steyermark[198]) und in Häring in Tyrol[199]) als günstige geschildert werden. In Oesterreich sind die Fabrikanten gebunden, ihre Producte in Bezug auf den Nitroglyceringehalt genau nach den vorher der Behörde vorgelegten Proben darzustellen; Münch ist deshalb mit Recht der Ansicht, dass die Consumenten ihre Ansprüche den Leistungen der Fabriken anpassen sollen, zumal zu zahlreicheren Gehaltsabstufungen, als sie geliefert werden, ein Bedürfniss nicht vorliege[199a])

Eine eigenthümliche Anwendung hat das Dynamit beim Niederbringen eines artesischen Brunnens in Dänemark gefunden. In einer Tiefe von 18,831 Meter stiess das Bohrloch auf eine feste Feuersteinlage, welche mit den vorhandenen Mitteln nur schwierig zu durchbrechen war. Nachdem die Bohrlochssohle gehörig gereinigt war, liess man vorsichtig eine mit 1 kg Dynamit gefüllte Flasche hinunter. Durch den Pfropfen der Flasche führten zwei durch Guttapercha isolirte Kupferdrähte, in denen die Flasche hing, bis zu Tage, wo sie mit einem elektrischen Apparat verbunden wurden. Alsbald nahm man eine Erderschütterung wahr, das Wasser wurde zum Bohrloch herausgeschleudert, woraus man die Wirkung der Explosion schloss. Das Feuersteinlager war in kleine Stücke geschla-

[196]) Ebenda.

[197]) Dingler polyt. Journ. Band 205. S. 68.

[198]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1872. S. 375.

[199]) Berg- u. hüttenm. Zeitung. Leipzig 1874. S. 360.

[199a]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1882. S. 77.

gen, so dass man die darunter liegende wasserreiche Erdschicht erreicht hatte und das Bohrloch sich schnell wieder mit Wasser füllte; dabei waren die oberen Wände des Bohrlochs und die sie schützenden Röhren unversehrt geblieben, so dass also das Dynamit nur nach Unten gewirkt haben konnte[200]). — Koebrich hat bei dem oben erwähnten Bohrloch in der Gegend von Memel einen dem Ort vorliegenden Granitblock in gleicher Weise mittelst Dynamit zerstören wollen. Die Explosion desselben gelang zwar, die Wirkung auf den Block blieb aber aus, und musste dies Bohrloch, welches mittelst Wasserspülung niedergebracht werden sollte, verlassen werden[201]). — Von dem Bohrtechniker Fauck ist Dynamit angewendet worden, wenn durch Auftreten von verschieden hartem Gestein auf der Bohrlochssohle die Bohrarbeit nicht vorwärts rückte oder das Bohrloch schief zu werden drohte, oder wenn sich der Meissel festklemmte[202]). Hellmann[203]), welcher Dynamit zur Auflockerung fester Gebirgsschichten vor Ort des Bohrlochs verwenden wollte, fand, dass das Verfahren mit Dynamitpatrone und elektrischer Entzündung bei einer Tiefe des Bohrlochs von 250 Meter erfolglos blieb, er glaubt, dass der Druck der Wassersäule auf den dünnen Guttaperchaüberzug des Leitungsdrahts so bedeutend sei, dass die Isolirung desselben aufhört, also der elektrische Funken nicht zünden könne. Er construirte deshalb Blechkapseln mit gutschliessendem Deckel, auf deren Boden brachte er eine Blechtülle an, in welche er einen Dorn von festem Holze von der halben Kapselhöhe einsteckte; um diesen Dorn stampfte er Dynamit fest ein, jede Kapsel erhielt $2\frac{1}{2}$ kg Dynamit und auf dem Dorn wurde ein starkes Zündhütchen gesteckt und die Kapsel mit dem Deckel verschlossen. Der Deckel hat in der Mitte eine Oeffnung, welche mit einem Korkstöpsel zu verschliessen ist; durch diesen Korkstöpsel wird ein Drahtstift gesteckt, welcher beim Niederdrücken das Zündhütchen auf den Dorn treffen muss. Diese Patrone wird an das untere Ende einer Bohrstange befestigt und mittelst Seils in das Bohrloch eingehängt; wenn dieselbe vor Ort angelangt ist, schlägt die Bohrstange auf den Stift, dieser auf das Zündhütchen, so dass die Explosion des Dynamits bewirkt wird. Hellmann hat gefunden, dass das festeste Gebirge auf solche Weise 1 bis 2 Meter tief aufgelockert und durch den Meissel leicht so weit zu zerkleinern war, dass es ausgelöffelt werden konnte. — In einem Bohrloche bei Geisern[204]) hatte man vergeblich mannigfache Versuche angestellt,

[200]) Dingler a. a. O. — Berggeist a. a. O. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1872. S. 18.

[201]) Koebrich in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 25 B. S. 293.

[202]) Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins für Kärnthen. Klagenfurt 1874. S. 65.

[203]) Der Berggeist. Köln 1877. S. 33. — Oesterr. Zeitschr. f. B. u. H.-Wesen. Wien 1877. S. 95.

[204]) v. Hauer berg- u. hüttenm. Jahrbuch der österr.-ungar. Bergakademien. Wien. Bd. 26. S. 282.

mittelst Explosion von Dynamitpatronen das Gestein der Bohrlochssohle aufzulockern, die Explosion der Patrone, welche unter einem Druck von 44 Atmosphären stand, erfolgte nicht weder durch Percussion, noch durch elektrische Zündung. Endlich gelang dieselbe, indem man die Patrone von Cellulose-Dynamit mit Sprengkapsel versehen in ein starkes Gasrohr steckte, durch einen leichten Schlag. Statt des Gasrohrs wählte man einen Glaskörper von 12 Millimeter Fleischstärke, 80 Millimeter Durchmesser und 130 Millimeter Tiefe, welche den Vortheil hatten, dass ihre Trümmer beim ferneren Bohren keinen Widerstand leisteten. Die elektrische Zündung erfolgte mittelst einer Bornhard'schen Maschine, indem die Patrone an dem starken mit Guttapercha umhüllten Leitungsdraht hing, während die Erdleitung ausserhalb des Bohrtäuchers in Wasser versenkt wurde. Die Patrone war mit 2 Kautschukplatten und einem 5 Millimeter dicken Deckel mit 4 Schrauben verschlossen. Die Sprengkapsel steckte in einer mit einem Holzpfropfen hergestellten Höhlung im Dynamit, während die Leitungsdrähte zwischen den beiden Kautschukplatten hindurchgingen. Bei den erfolgten Explosionen wurden die Bohrlochswände, selbst in einem zum Nachfall geneigten Gebirge, ebenso wenig, wie das oberhalb der Patrone befindliche Bohrgestänge oder der Leitungsdraht wesentlich beschädigt, während das Gestein auf der Bohrlochssohle, wo die Explosion erfolgt war, genügend aufgelockert wurde, so dass nachher der Meissel mit grösster Leichtigkeit eindringen konnte. Ueber Tage war die Wirkung kaum bemerkbar, das Wasser im Bohrloche machte keine Bewegung, nur aufsteigende Blasen zeigten die erfolgte Explosion an; ein Geräusch konnte nur wahrgenommen werden, wenn die Explosion mittelst Percussion durch das Bohrgestänge erfolgte, doch war auch dieses nur gering, während bei der elektrischen Zündung die Wirkung nur durch ein leises Zucken des Leitungsdrahtes in der Hand verspürt wurde.

Ein grosser Vorzug des Dynamits ist seine gefahrlose Transportfähigkeit, wodurch es sich sehr vortheilhaft vor anderen Sprengmitteln auszeichnet. Es sind eingehende Versuche über die Einflüsse, denen das Dynamit beim Transport ausgesetzt ist, angestellt worden[205]) und dabei zur Evidenz constatirt, dass eine Gefahr bei dem Gebrauch, Lagern und dem Transport des Dynamits nicht vorliegt. Zunächst wurde der Einfluss der Temperatur geprüft. Man setzte Dynamit der Hitze des Wasserdampfs aus, wobei keine Flüssigkeit abtropfte; hätte man ein solches Abtropfen wahrgenommen, so hätten die Tropfen Nitroglycerin sein müssen, so dass aus dem Nichtabtropfen die Gefahrlosigkeit des Dynamits, wenn es beim Lagern oder dem Transport einer erhöhten Temperatur bis zu 100 Grad

[205]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1870. S. 108. 136. — Untersuchungen zur Ermittelung der Gefährlichkeit des Dynamits beim Transport in Dingler polyt. Journal. Bd. 193. S. 490. — Geh. Bergrath Dr. Burkart im Berggeist. Köln 1870. S. 366.

Celsius ausgesetzt wird, erhellt. Dynamit, welches 40 Tage lang einer Temperatur von 100 Grad Celsius ausgesetzt war, hatte nicht die geringste Veränderung in seinen Eigenschaften erlitten[206]). Steigt die Temperatur bis zur Entzündung des Dynamits, so brennt dasselbe ruhig ab, falls es nicht in widerstandsfähige Behälter eingeschlossen ist: man muss also beim Lagern und dem Transport das Letztere vermeiden, alsdann birgt selbst bei Feuersbrünsten das Dynamit keine Gefahr der Explosion. Bei einem Sinken der Temperatur unter 8 Grad Celsius wird das Dynamit hart: eine direkte Gefahr beim Lagern ist bis jetzt aus diesem Umstande nicht constatirt, nur verliert das Dynamit dadurch seine Explosionsfähigkeit und muss, wie oben angegeben, weich gemacht werden, wobei allerdings gefährliche Explosionen hervorgerufen worden sind; jedenfalls empfiehlt sich der Vorschlag zur Annahme, wonach Aufbewahrungsräume von Dynamit durch Wasserheizung in gleichmässig warmer Temperatur erhalten werden, während in neuerer Zeit hiergegen Einspruch erhoben wird. Durch Concentration der Sonnenstrahlen zur Einwirkung des Lichts auf Dynamit bringt man dasselbe zur Entzündung, in Folge deren ein ruhiges Abbrennen bewirkt wird; eine Explosion kann auch in diesem Falle nur entstehen, wenn das Dynamit in widerstandsfähigen Behältern verschlossen ist. Da dies principiell vermieden werden muss und da eine so energische, bis zur Entzündung führende Concentration der Sonnenstrahlen ohne Absichtlichkeit nicht stattfindet, ist eine Explosion durch Sonnenwärme nicht zu befürchten.

Während Nitroglycerin in Folge des Stosses sehr leicht explodirt, ist dies beim Dynamit nicht der Fall. Man warf mit Dynamit gefüllte Kisten aus grosser Höhe auf Felsen herab, wodurch die Kisten zerbrachen, ohne dass das Dynamit explodirte; man schoss ferner messingene, mit Dynamit gefüllte Patronen mittelst einer Windbüchse gegen eine Felswand, wobei der Inhalt der dünnwandigen (von 0,5 Millimeter Dicke) Patronen explodirte, der der dickwandigen (von 1 Millimeter Dicke) aber nicht, obwohl die Wände verbogen waren. Man legte ferner Dynamit offen auf Platten von Gusseisen, Sandstein und von 40 Millimeter dickem Buchenholz und behandelte es mit einem eisernen Fallhammer, wobei das auf Eisen liegende Dynamit explodirte, doch darf die Intensität des Stosses nicht unter eine gewisse Gränze sinken, auf Steinplatten explodirte es nur in wenigen Fällen, auf Holz gar nicht. Hieraus resultirt, dass die relativ geringen Stösse, welchen das Dynamit beim Transport ausgesetzt ist, ohne alle Gefahr begleitet sind[207]). In Paris will man die Wahrnehmung gemacht haben, dass eine Büchsenkugel auf einen Beutel mit Dynamit abgeschossen, dieses zur Explosion brachte, wogegen es durch einen solchen

[206]) Javal und Garnier in bulletin de la société de l'industrie minérale. t. 15. p. 503.

[207]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1878. S. 60.

Stoss nicht explodirte, wenn es in Zinkbehälter verpackt war[208]). Am besten erfolgt der Transport der Dynamitpatronen in Kisten, in welchen die Zwischenräume mit Kieselguhr oder Sägespänen angefüllt sind; derartige verpackte Patronen vertrage nalle beim Transport vorkommenden Stösse[209]). Elektricität bringt nach den angestellten Versuchen keine Explosion hervor, so dass man den Schluss ziehen kann, dass auch Gewitter gefahrlos sind. Von Amerika wird indess berichtet, dass der Blitz in ein Dynamitmagazin eingeschlagen und eine gewaltige Explosion und Zerstörung hervorgerufen hatte[209a]). Ueber die Möglichkeit einer spontanen Zersetzung des Nitroglycerins, auf welche man vielfache Unglücksfälle beim reinen Sprengöl zurückzuführen hat, fehlen beim Dynamit bis jetzt noch alle Wahrnehmungen, und scheint dieselbe nicht vorhanden zu sein; es wäre eine solche Eigenschaft, wenn sie dem Dynamit innewohnte, die einzige, welche zur Befürchtung einer Gefahr beim Lagern und beim Transport Veranlassung geben könnte. Bisher ist eine solche aber nirgends und in keiner Weise bekannt geworden und zu befürchten. Dennoch wird von Lavaysse berichtet, dass eine Selbstentzündung von Dynamit stattgefunden habe, es erscheint aber die Thatsache nicht aufgeklärt[210]). Dagegen will Hess die Eigenschaft der Verflüchtigung im Dynamit wahrgenommen haben, indem er constatirte, dass Dynamitproben, welche in den Jahren 1871 und 1872 dargestellt waren, im Jahre 1876 geringere Quantitäten Nitroglycerin enthielten, indem die Probe von 1871 einen Verlust von 3,62 pCt. der Gesammtmasse, die von 1872 einen solchen von 1,41 pCt. zeigte[211]).

Trotz dieser letzteren angeblichen Eigenschaft muss das Lagern und der Transport von Dynamit — selbst auf Eisenbahnen — für ganz ungefährlich erachtet werden, wenn nur die Grundbedingung inne gehalten wird, dass das Dynamit vorschriftsmässig präparirt, nicht in widerstandsfähigen Gefässen verpackt und nicht hermetisch verschlossen wird. Der Transport des Dynamits auf Eisenbahnen ist deshalb in verschiedenen Ländern gestattet[212]), so namentlich in Oesterreich, wo sogar der Antrag einer Eisenbahnverwaltung, sie von der Verpflichtung Dynamit transportiren zu müssen, durch Ministerialerlass vom 5. August 1876 ausdrücklich abgelehnt worden ist[213]). — Gestattet ist ferner der Eisenbahn-Transport in Schweden, Norwegen, Italien, Spanien, Portugal, Amerika. In England hat sich eine starke Agitation dafür geltend gemacht, die Erlaubniss des Transports von Dynamit auf

[208]) Dingler polyt. Journal. Bd. 201. S. 39.

[209]) Die chemische Industrie von Dr. Jacobsen. Berlin 1880. S. 61.

[209a]) The Engineering and Mining Journal. New York. Vol. 36. p. 63.

[210]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1878. S. 365.

[211]) Dingler polyt. Journal. Bd. 223. S. 444. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1877. S. 103.

[212]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. Hüttenwesen. Jahrg. 1870. S. 151.

[213]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1876. S. 350.

Eisenbahnen zu erreichen; dieselbe ist aber nur theilweise ertheilt worden[214]. Auch die Commission der französischen Nationalversammlung, welche das Gesetz über die Fabrikation des Dynamits durch den Staat zu berathen hatte, hat sich für die Zulässigkeit des Transports auf Eisenbahnen ausgesprochen[215], doch ist es bis jetzt noch nicht gelungen, die Erlaubniss Seitens der französischeu Staatsregierung ertheilt zu sehen[216]. In Nordamerika ist die Gefahrlosigkeit des Transports sogar durch Richterspruch festgestellt worden[217]. Auch in Deutschland ist auf Grund eines Bundesrathsbeschlusses durch Bekanntmachung des Reichskanzlers vom 13. Juni 1880 den Eisenbahnverwaltungen gestattet Dynamit zu transportiren, aber nur in Form von Patronen und nur dann, wenn sie aus einer concessionirten Fabrik herstammen und sich noch in der Originalverpackung befinden, wie überhaupt die mannigfachsten Cautelen für den Eisenbahntransport festgestellt sind. In gleicher Weise ist der Transport für Schwarzpulver und ähnliche Gemenge, so wie für Schiessbaumwolle, welche 20 Procent Wasser enthalten muss, gestattet, wogegen der von Nitroglycerin, so wie von abtropfbaren Gemischen von Nitroglycerin und Gemischen von Nitroglycerin mit an sich explosiven Stoffen, auch von Nitroglyceringemischen mit nicht explosiven Stoffen in losen Massen ausdrücklich verboten ist[217a], welche Bestimmungen durch neuere Bekanntmachungen des Reichskanzlers vom 5. Juli 1881, so wie vom 30. März 1882 und 20. März 1883 noch weitere Einschränkungen und Ergänzungen erfahren haben[217b].

Mit den angeführten Thatsachen steht auch völlig im Einklange, dass bis jetzt auch noch nirgends Unglücksfälle aus dem Gebrauch, dem Lagern und dem Transport des offenen, nicht mit Zünder versehenen und nicht gefrorenen Dynamits bekannt geworden sind. Die Fälle, welche wir kennen, haben ganz bestimmte Veranlassungen gehabt. Bei Köln explodirte Dynamit in einer neu erbauten Fabrik und machte dieselbe dem Erdboden gleich: es steht ziemlich ausser Zweifel, dass hier das zur Fabrikation benutzte Nitroglycerin die Veranlassung zur Explosion gab; derselbe Fall liegt vor bei der i. J. 1870 stattgehabten Explosion

[214]) The Mining Journal. London 1873. pag. 265. 310. 974. — Berg- u. hüttenm. Zeitung. Leipzig 1874. S. 361. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1874. S. 173.

[215]) Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. 2 série, tome 3. pag. 210.

[216]) Bulletin de la société de l'industrie minérale. St. Etienne. 2 série, tome VI. p. 138. 843.

[217]) The Mining Journal. London. Vol. 45. p. 620.

[217a]) Deutscher Reichsanzeiger und Königlich Preussischer Staatsanzeiger. Berlin 1880. No. 144.

[217b]) Ebenda. Berlin 1881. No. 163; Jhrg. 1882. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 29 A. S. 74; Bd. 30 A. S. 28. — Eisenbahn-Verordnungsblatt. Berlin 1883. S. 60.

in einer Fabrik von Nobel im Herzogthum Lauenburg. Auf einer Grube bei Püttlingen unweit Saarbrücken[218]) und auf der Fuchsgrube bei Waldenburg haben in den Laboratorien, in welchen die Schlagpatronen fertig gemacht wurden, d. h. in welchen die Zünder in die Patronen eingeführt wurden, Explosionen stattgefunden, wodurch die Gebäude zerstört und Menschen getödtet wurden: hier ist es ausser Zweifel gestellt, dass die Zünder Feuer gefangen haben, in beiden Fällen wahrscheinlich durch den Ofen, im letzteren vielleicht durch sträfliches Tabakrauchen; dadurch, dass eine Schlagpatrone explodirte, wurden auch die übrigen, bereits fertig gestellten in Mitleidenschaft gezogen und richteten die stattgefundenen Verherungen an. Abgesehen also von dem dem Dynamit nicht zur Last fallenden Ereignisse bei Köln und im Herzogthum Lauenburg sind Gefahr bringende Explosionen nur da zu constatiren, wo das Dynamit in Form von Patronen, durch Einbringen von Zündhütchen bereits explodirbar gemacht worden war. Dass, wie es von Burkart behauptet wird[219]), die stattgehabten Explosionen auf einigen Gruben im rheinischen Revier der unrichtigen Behandlung angeblich hart gewordenen Dynamits, in welchem also das Nitroglycerin erstarrt war, zuzuschreiben ist, scheint nach den neueren Erfahrungen ziemlich glaubhaft zu sein.

Auch die im November 1870 stattgehabte Explosion in der Nobel'schen Fabrik bei Prag wird diesem Umstande zugeschrieben, indem ein Arbeiter beim Patronenmachen die in den dazu benutzten Messingcylindern durch niedrige Temperatur hart gewordene Dynamitmasse, ohne sie zuvor wieder zu erwärmen und zu erweichen, mittelst des Stempels durch Hammerschläge in die Patronen hineinzudrücken versucht und dadurch die Explosion bewirkt haben soll[220]). Der Beweis für diese Vermuthung ist indess nicht geführt: explodiren konnte in diesem Falle die hart gewordene Masse im Cylinder, die bereits verpackten 30 Centner Dynamitpatronen und 15 Kilogramm fertige Dynamitmasse hätten einfach abbrennen müssen, ohne zu explodiren. Die Explosion einer Fabrik bei Beuthen in Oberschlesien scheint unzweifelhaft Fehlern bei der Nitroglycerindarstellung zuzuschreiben zu sein. — Bei Saarbrücken ist man der Gefahr von Explosionen fertig gestellter Patronen bereits dadurch entgegengetreten, dass man die Heizung des Raumes nicht mehr durch einen Ofen, sondern durch Dampf bewirkt, wodurch allerdings die Möglichkeit einer Entzündung des Dynamits oder der Zünder beseitigt ist. Die grösste Gefahr scheint aber darin zu liegen, dass die Schlagpatronen auf Vorrath gefertigt werden, denn sie unterliegen auf dem Wege vom Laboratorium durch den Schacht bis zum Gebrauchsort so vielen Zufälligkeiten, dass eine Explosion sehr

[218]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen in Preussen. Bd. 16 B. S. 325.

[219]) Geh. Bergrath Burkart im Berggeist. Köln 1870. S. 366.

[220]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. Hüttenwesen. Wien 1871. S. 28.

leicht auf demselben denkbar ist; es ist allerdings empfehlenswerth, das wichtige Geschäft des Zurechtmachens der Schlagpatronen für die ganze Grube einem einzigen zuverlässigen Manne anzuvertrauen, es unterliegt aber keinem Bedenken, dies immer nur beim wirklichen Bedarf thun zu lassen und dann — abgesehen vom Schachtabteufen, wo es über Tage geschehen muss — nur in der Grube.

Die grossen Vorzüge des Dynamits sind auch von dem österreichischen Oberstlieutenant Isidor Trauzl durch eingehendes Studium und Experimentiren erkannt und festgestellt; derselbe weist nach, dass dasselbe in seinen Leistungen und in seinen ökonomischen Resultaten, sowie in seiner Ungefährlichkeit alle anderen älteren und neueren Sprengmittel, einschliesslich der neuesten Nitroglycerinpulver (Dualin, verbesserter Lithofracteur) weit überragt[221]). In England, wo in Folge der Nitroglycerinakte vom Jahre 1879 ein besonderer Regierungsinspektor für die Beaufsichtigung der Fabriken und Aufbewahrungsräume der Sprengmittel bestellt ist, hat man die Bestimmung getroffen, dass in Magazinen, welche zum Verkauf des Dynamits gehalten werden und welche nach bestimmten, vorgezeichneten Mustern erbaut sind, nur 5 tons (100 Ctr.) Dynamit aufbewahrt werden dürfen, in einzelnen Fällen ist die Erlaubniss zur Magazinirung von 10 tons (200 Ctr.) gegeben, wogegen in den Lagerräumen der Consumenten, wie auf Bergwerken, Steinbrüchen u. dgl. m., nur 1 ton (20 Ctr.) aufbewahrt werden dürfen; dabei ist festgesetzt, dass die grossen Magazine von allen grösseren Gebäuden, wie Palästen, Kirchen, Schulen, Arbeiterkasernen u. dgl. m., namentlich auch von Schiesspulverfabriken und Pulverhäusern, 5000 m, die kleineren aber 3000 m entfernt bleiben[222]). Solche Bestimmungen über die Magazinirung der Sprengstoffe finden sich in allen Ländern und sind theils durch Gesetz, theils durch Polizeiverordnungen festgestellt. Eine derartige Polizeiverordnung ist beispielsweise für die Provinz Schlesien, gestützt auf die neuesten Erfahrungen und Beobachtungen, unter 15. November 1882 erlassen[222a]). Vielfach sind unterirdische Magazine in Gebrauch, so namentlich in Schlesien[222b]). — In Frankreich sind die Vorschriften besonders streng, vorzugsweise in Bezug auf das Concessionsverfahren und die Beschränkung der aufzubewahrenden Quantitäten, so dass sich eine Agitation gegen diese Bestimmungen geltend gemacht hat, in Folge dessen die Regierung eine Kommission einsetzte mit der Aufgabe, die Vorschriften zu revidiren; dieselbe hat Erleichterungen in beiden Be-

[221]) I. Trauzl: explosive Nitrilverbindungen. Wien 1870. — Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen. Wien 1871. S. 131. — Glückauf. Essen. Jahrg. 1870. No. 29. — I. Trauzl: Dynamite. Ihre ökonomische Bedeutung und ihre Gefährlichkeit. Wien 1876. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingen. Berlin. Bd. 20. S. 694.

[222]) The Mining Journal. London 1873. pag. 974.

[222a]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 31A. S. 15.

[222b]) Ebenda. Bd. 30B. S. 235.

ziehungen vorgeschlagen, es ist aber nicht bekannt geworden, dass sie bereits eingeführt wären[222c]).

Im Erzgebirge soll eine unvermuthete Explosion in der Grube dadurch stattgefunden haben, dass man nicht völlig abgehobene Bohrlöcher (sogen. Pfeifen) zum Weiterbohren benutzte; so unzweifelhaft bei Anwendung des Nitroglycerins derartige Gefahr vorliegt, so ist sie beim Dynamit kaum zu erklären, da dasselbe bei Explosionen vollständig abbrennt. Wahrscheinlich ist es, dass im vorliegenden Falle das benutzte Dynamit zu ölreich gewesen und daher Nitroglycerin im Bohrloch zurückgeblieben ist, wodurch die Explosion beim Fortbohren vermöge der auf den Bohrer geführten Schläge entstand; möglich auch ist es, dass keine wirksame Explosion, sondern nur ein unvollständiges Abbrennen des Dynamits stattgefunden hat, so dass unverbranntes Dynamit in der Pfeife zurückblieb und durch die Fäustelschläge explodirte. Auch aus dem Loire-Departement in Frankreich wird ein solcher Fall berichtet, wo durch das Weiterbohren in einem nicht explodirten Bohrloch eine unerwartete Explosion und eine tödtliche Verletzung eintrat[223]). Auch von anderen Punkten werden ähnliche Erscheinungen gemeldet[224]), welche darauf zurückgeführt werden, dass Nitroglycerin aus den Dynamitpatronen abgetropft, ausgewaschen oder fortgeschleudert worden ist; es gewinnt den Anschein, als ob in diesen Fällen das Dynamit nicht sorgfältig hergestellt gewesen sei und Ueberschuss an Nitroglycerin enthalten habe, da das nach Nobel's Verfahren dargestellte Dynamit mit 75 pCt. Nitroglycerin und 25 pCt. Kieselguhr kein freies Oel enthält, in demselben vielmehr das gesammte Quantum von der Kieselguhr aufgesogen ist. Jedenfalls sollten überall Anordnungen getroffen werden, stehenbleibende Pfeifen nicht zum Fortbohren zu benutzen[225]), und nicht explodirende, gar nicht oder nur zum Theil abhebende Bohrlöcher sollten gänzlich verlassen werden; will man dies nicht, so sind sie nach der Vorschrift von Nobel mit neuer Dynamitpatrone und einer neuen Schlagpatrone zu versehen und nochmals abzuschiessen.

Ein sorgfältiges Augenmerk wird auf das hart gewordene Dynamit zu richten sein, denn da es bis jetzt noch nicht überall sicher gelungen ist, dasselbe unmittelbar zur Explosion zu bringen, muss man es vor dem Gebrauch weich machen, wobei, wie oben angegeben, die verherendsten Unglücksfälle stattgefunden haben. Solche Unglücksfälle sind auch bei dem Betrieb des Gotthardtunnels zu constatiren gewesen, wo augenscheinlich die Explosion dadurch erfolgte, dass man das hart gewordene Dynamit

[222c]) Murgue in bull. de la soc. de l'industrie minérale. 2 série, t. 11. p. 541. — Berg- u. hüttenm. Zeitung. Leipzig 1882. S. 327. — The Engineering and Mining Journal. New York. Vol. 34. p. 162.

[223]) Annales des mines. Paris. 7 série, tome 3. pag. 428.

[224]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1877. S. 381.

[225]) Turley a. a. O.

auf heissem Sande erweichen wollte, ohne die Vorsicht zu gebrauchen, den Sand stets genügend mit Wasser zu tränken[226]). Das einfachste und ungefährlichste Mittel ist, die Patrone von den Arbeitern bei sich führen zu lassen, da die Körperwärme ein Hartwerden verhindert, nur dürfen diese Patronen noch nicht zu Schlagpatronen hergestellt sein. Will man erhärtete Patronen erweichen, so darf dies niemals direkt durch Feuer geschehen, indem alsdann das Nitroglycerin im Dynamit sich in Gasform umsetzt und durch die Stösse, welche das Entweichen der Gase hervorruft, die Detonation bewirkt wird. Nobel hat zum Aufthauen eine Blechflasche mit doppelten Wandungen empfohlen; zwischen die beiden Wände füllt man Wasser und legt die Patronen in das Innere der Flasche. Indem man das Wasser erwärmt, erhält der ganze Apparat eine solche Temperatur, dass das Dynamit weich wird; da die Temperatur überhaupt nicht höher, als 100 Grad Celsius, steigen kann, ist jede Gefahr bei diesem Aufthauen im Wasserbade vermieden. Diese Vorsichtsmassregeln werden überall empfohlen, so auch in Frankreich[227]). In den Gebrauchsanweisungen, welche die Oberbergämter zu Bonn[228]) und zu Dortmund[229]) erlassen haben, ebenso in den verschiedenen Polizeiverordnungen ist auf die bisher bekannt gewordenen gefährlichen Eigenschaften des Dynamits gebührende Rücksicht genommen. In der Nähe von Hagen hatte man hart gewordene Patronen in der Weise aufgethaut, dass man sie auf ein Drahtnetz legte und auf diesem in einen mit Wasser gefüllten Kessel hing und den Kessel zudeckte; das Wasser wurde erhitzt, so dass die Wasserdämpfe die Patronen erweichten. Zugleich aber entzogen die Wasserdämpfe dem Dynamit einen Theil Nitroglycerin, dieses sank auf den Boden des Kessels und sammelte sich bei fortgesetzter derartiger Manipulation in solchen Mengen an, dass es schliesslich an den heissen Kesselwänden explodirte[230]). Man sollte sich durch solche Vorkommnisse belehren lassen, dass der Nobel'sche Topf mit doppelter Wandung allein das geeignetste Mittel ist, einmal hart gewordenen Dynamit zu erweichen.

Nobel bestreitet übrigens, so sehr er von der unvorsichtigen Behandlung hart gewordenen Dynamits, namentlich von dessen Erweichung durch direktes Feuer abmahnt, die Nichtanwendbarkeit gefrorenen Dynamits, er benutzt nur eine mit besonders starkem Kupferhütchen versehene Zündpatrone, durch welche also ein stärkerer Stoss als gewöhnlich erzeugt wird, wodurch die Explosion wie beim weichen Dynamit hervorgerufen werden soll; schädlich dabei ist nur, dass die harte Patrone den Bohrlochs-

[226]) Der Berggeist. Köln 1873. S. 645.
[227]) Annales des mines a. a. O. pag. 427.
[228]) Berggeist. Köln 1871. S. 591.
[229]) Glückauf. Essen 1871. No. 46.
[230]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1879. S. 51. — Thonindustrie-Zeitung. Berlin 1879. S. 286.

raum nicht völlig ausfüllt, weil jedes Einpressen des harten Dynamits vermieden werden muss. Zur Beseitigung des schädlichen Raumes räth Nobel da, wo es angeht, die Bohrlöcher mit Wasser zu besetzen[231]). Auch von vielen anderen Seiten wird die Ungefährlichkeit und Explodirbarkeit, also die Verwendbarkeit festgewordenen Dynamits behauptet, so auch von dem mit diesem Körper sehr vertrauten Oesterreichischen Genie-Officier I. Trauzl in den oben angegebenen Quellen. Hess[232]) schildert den sog. gefrorenen Dynamit im Vergleiche zu demselben Körper in weichem Zustande weniger empfindlich und ungefährlicher, dagegen soll er nach dessen Versuchen im Uebergangstadium aus dem gefrorenen in den weichen Zustand gegen die Einwirkung fortgesetzter mechanischer Impulse empfindlicher, daher auch gefährlicher sein. Namentlich wird dies der Fall sein, wenn das Dynamit unnöthiger Weise zu viel, also freies Nitroglycerin enthält[233]). Jedenfalls wird es sich fortgesetzt empfehlen, beim Festwerden des Dynamits und bei Handtierung mit festgewordenem Dynamit die grösste Vorsicht anzuwenden[234]).

Welch hohe Bedeutung das Dynamit für die Sprengtechnik überhaupt hat, zeigt die riesenhafte Sprengung, welche der General John Newton im Höllenthor bei New York im Jahre 1876 vornahm, welche durch gleichzeitiges Abthun von 5000 Bohrlöchern bewirkt wurde, indem jedes Bohrloch mit einer grossen Dynamitpatrone von 5 kg Gewicht, also unter Anwendung von 25000 kg Dynamit, geladen war; nur der Verwendung dieses Sprengstoffs ist das Gelingen der grossartigen Sprengung zu danken[235]).

Um die Güte und Stärke verschiedener Dynamitsorten relativ festzustellen, wendet Drerup folgendes Verfahren an[236]). Er setzt zwei kleine, massive Bleicylinder, welche vorher abgedreht sind, aufeiander, legt darauf eine eiserne Scheibe und darauf eine Blechhülse, welche mit der abgewogenen Dynamitprobe gefüllt wird; entzündet man diese mit Zündschnur und Kupferhütchen, so wirkt der Schuss auf diese Eisenplatte, wodurch ein Zusammenstauchen der Bleicylinder verursacht wird: aus der Stärke und Gestalt dieser Stauchung entnimmt man die relative Güte des Dynamits; bei gutem Dynamit wird der obere Rand des oberen Cylinders pilzartig nach unten gebogen, bei weniger gutem nur platt gedrückt. Die Cylinder müssen für alle gleichzeitig zu untersuchenden Proben gleich hoch

231) Mahler a. a. O. Wien 1875. S. 35.

232) Dingler polyt. Journ. Bd. 220. S. 478. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1877. S. 103.

233) Annalen für Gewerbe u. Bauwesen. Berlin 1878. S. 145.

234) Der Berggeist. Köln 1877. S. 405. — Oesterr. Zeitschr. f. B. u. H.-Wesen. Wien 1878. S. 18.

235) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1876. S. 399.

236) Wochenschrift der deutschen Ingenieure. Berlin 1878. No. 43. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1878. S. 429.

und dick sein, ebenso die eisernen Scheiben und die Blechhülsen; auch empfiehlt es sich die zu untersuchenden Proben einige Tage lang in demselben Raum aufzubewahren, damit sie beim Versuche gleiche Temperatur besitzen.

Eine andere derartige Probe ist von Kosterlitz und Hess angegeben[237]), welche bereits oben S. 234 beschrieben ist. Um die Dynamitproben auf ihren Nitroglyceringehalt zu untersuchen, werden sie mit Aether behandelt, welcher das Nitroglycerin auszieht und die Infusorienerde zurücklässt, so dass man das Gewicht des letzteren ermitteln kann; um zu prüfen, ob das Nitroglycerin noch andere im Aether lösliche Stoffe enthält, verdünnt man die Lösung mit Wasser, worauf sich die fremden Stoffe von dem Nitroglycerin abscheiden[238]). Es ist natürlich, dass dieses Verfahren ein genaues Resultat nicht giebt, so dass man dazu übergegangen ist, den für die Wirkung des Sprengstoffes allein maassgebenden Bestandtheil, nämlich den Stickstoff auf chemischem Wege zu bestimmen. Es sind dafür die verschiedensten Methoden zur Anwendung gelangt, deren Brauchbarkeit durch Hampe im Laboratorium der Bergakademie zu Clausthal untersucht ist und denen dieser Chemiker selbst ein Verfahren angeschlossen hat. Er weist darauf hin, dass alle diejenigen Sprengstoffe, welche ausser Nitroglycerin noch anderweitige Salpetersäure enthalten, wie z. B. Sprenggelatine, daraufhin untersucht werden müssen, wieviel Stickstoff jeder einzelne Bestandtheil enthält, und giebt dafür die von ihm angewandten Methoden an[238a]).

dd. Dualin.

Ein anderes Nitroglycerinpulver wurde von dem Lieutenant Dittmar zu Charlottenburg unter dem Namen Dualin[239]) seit 1869 angefertigt. Es ist ein gelbbraunes Pulver; als Träger des Nitroglycerins wird von Einigen Sägemehl, von Anderen Schultze'sches chemisches Schiesspulver angegeben: das Letztere scheint das richtige zu sein, wenn man die von

[237]) Dingler polyt. Journal. Bd. 229. S. 350. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1878. S. 442.

[238]) Chemiker-Zeitung. Berlin 1878. No. 44. — Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins für Steiermark u. Kärnthen. 1879. S. 266. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1879. S. 176.

[238a]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 31 B. S. 107. — Dingler polytechn. Journal. Bd. 245. S. 171.

[239]) Gebrauchsanweisung von Carl Dittmar. Charlottenburg, den 1. Juli 1869. — Der Berggeist. Jahrg. 1869. S. 270. 346. Jahrg. 1870. S. 290. 393. — Glückauf. Jahrg. 1869. No. 30. Jahrg. 1870. No. 8. 29. — Dingler polyt. Journ. Bd. 196. S. 89. — Zeitschr. f. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen. Bd. 16. S. 332. — Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen. Wien 1870. S. 53. 150. — Der Civilingenieur. Leipzig 1870. Bd. 16. Notizblatt S. 70. — The Engineering and Mining Journal. New York. Vol. 10. p. 119. 311. — Dr. E. v. Meyer: Die Explosivkörper. Braunschweig 1874. S. 79. — Boeckmann a. a. O. S. 331.

Dittmar selbst gemachte Angabe erwägt, dass eine Selbstzersetzung des Nitroglycerins in seinem Pulver nicht möglich ist, weil ein Sauerwerden desselben durch die beigefügten und innig vermischten basischen Salze verhindert wird; hiermit stimmt auch die dem Patentgesuch in Amerika zu Grunde liegende Beschreibung der Fabrikation überein, wonach das Dualin aus Cellulose, Nitrocellulose, Nitrostärke, Nitromannit und Nitroglycerin bestehen soll. Die Zusammensetzung wird andererseits[240]) angegeben: 50 Gewichtstheile Nitroglycerin, 30 desgl. feine Sägespäne, 20 desgl. Kalisalpeter. Wie das Dynamit brennt auch das Dualin im Freien ohne Explosion, dagegen explodirt es im verschlossenen Raum, wenn es entzündet wird, daher wendet man bei ihm einen festen Besatz an und entzündet es, wie schwarzes Pulver, mittelst Zündhalm oder Raketchen; nur wenn man einen losen Besatz giebt oder bei der Verwendung unter Wasser muss man ein Zündhütchen zur Zündung benutzen. Hierin liegt ein Nachtheil gegen Dynamit, da durch die regelmässige Zündung desselben mittelst Zündhütchen ein Explodiren der ganzen Ladung sicher ist, während bei der Zündung des Dualins mittelst Zündhalm sehr leicht ein Ausbrennen ohne Explosion stattfinden kann. Hierfür spricht auch die Wahrnehmung, welche man auf den Gruben des Märkisch-Westfälischen Vereins bei Iserlohn, ebenso wie auf der Königsgrube, Königin-Luise-Grube, auf den Gruben bei Tarnowitz in Oberschlesien in Bezug auf die Verbrennungsgase gemacht hat, indem sie hier meistentheils stechend und dem Befinden der Arbeiter nachtheilig befunden wurden, während sie in anderen Revieren vollständig unschädlich und die Weiterarbeit nicht hindernd wahrgenommen wurden. Das Letztere ist der Fall, wenn das Dualin vollständig explodirt, das Erstere, wie es auf der Königsgrube deutlich beobachtet ist, wenn nur eine theilweise Explosion, im Uebrigen ein Ausbrennen des Dualins stattfindet. Die Vorzüge, welche das Dynamit in Bezug auf Arbeits- und Zeitersparung besitzt, sollen auch dem Dualin innewohnen, auch soll — dies wird auch von der Königsgrube berichtet — die Wirkung in der Kohle, wahrscheinlich wegen eines geringeren Nitroglyceringehalts, welcher nur 40 bis 50 Procent betragen soll, den Stückkohlenfall mehr begünstigen, als Dynamit[241]). Da der Preis des Dualins geringer, als der des Dynamits ist, würde seine Einführung schon allgemeiner geworden sein, wenn die schädliche Gasentwickelung beseitigt werden könnte, und wenn es seines geringeren specifischen Gewichts (1,02) wegen nicht voluminösere Ladungen erforderte. Nach Versuchen auf Eisensteingruben zu Hamm a. d. Sieg soll das Dualin eine 5 fache Wirkung von dem des gewöhnlichen Schwarzpulvers haben, während man daselbst beim Dynamit die 6 bis 7 fache

[240]) Deutsche Industrie-Zeitung. Jahrg. 1870. No. 29. — Dingler polyt. Journal. Bd. 197. S. 291. Bd. 233. S. 75. — Glückauf. Essen 1879. No. 76.

[241]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20B. S. 354.

Wirkung beobachtet haben will[242]). Der Erfinder behauptet auch, dass das Dualin bei keiner Temperatur hart werde und immer die teigige Beschaffenheit behalte; es wäre dies ein Vorzug, welcher die Gefährlichkeit dieses Sprengstoffes noch geringer machte, als die des Dynamits, doch ist nicht ersichtlich, wodurch das Nitroglycerin seine Eigenschaft, bei niedriger Temperatur fest zu werden, im Dualin verloren haben sollte! So wird auch von Versuchen aus Oesterreich berichtet[243]), wonach das Dualin gefroren sein soll und bei seiner Behandlung mit einem Meissel explodirt ist.

ee. Verbesserter Lithofracteur.

Eine andere Nitroglycerinverbindung ist der von den Gebr. Krebs und Comp. zu Deutz bei Köln dargestellte verbesserte Lithofracteur[244]), in neuerer Zeit Lithofracteur-Dynamit genannt. Auch in diesem ist der Hauptbestandtheil Nitroglycerin; welcher Stoff dessen Träger ist, hat man bis jetzt noch nicht constatirt, doch wird vermuthet, dass es der S. 239 besprochene Lithofracteur, ein Gemisch von Salpeter, Schwefel und mit Salpetersäure behandeltem Sägemehl sei. Andererseits[245]) wird folgende Zusammensetzung angegeben: 52 Gewichtstheile Nitroglycerin, 30 desgl. Kieselguhr und Sand, 12 desgl. Steinkohle, 4 desgl. Natronsalpeter, 2 desgl. Schwefel, wonach man es mit Dynamit zu thun hätte, welchem ein sehr schlecht zusammengesetztes, einen Ueberschuss an Kohle enthaltendes Schwarzpulver beigemengt ist. Es ist eine schwarze mit braunen Schuppen gemengte teigartige Masse, fettig anzufühlen, sinkt im Wasser zum Theil unter, zum Theil schwimmt es darauf, hat ein specifisches Gewicht = 0,94. Frei an der Luft liegend, brennt es ohne Explosion ruhig ab; in Bohrlöchern bedarf es nur eines losen Besatzes, muss aber mit Zündschnur und Zündhütchen zur Explosion gebracht werden, wird ebenso wie das Dyna-

[242]) Zeitschr. ebenda. — Dingler polyt. Journal. Bd. 213. S. 86. — Berg- u. hüttenm. Zeitung. Leipzig 1874. S. 223. — Berggeist. Köln 1874. S. 449.

[243]) Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen. Wien 1870. S. 108.

[244]) C. Luckow: über Sprengpulver und Sprengpulver-Surrogate, mit bes. Berücksichtigung eines neuen von der Firma Gebr. Krebs & Comp. in Deutz unter dem Namen verb. Lithofracteur in den Handel gebrachten Sprengmaterials. Deutz, im November 1869. — Derselbe: 1. Nachtrag. Deutz, im Februar 1870. — Glückauf. Essen 1869. No. 28. 31. 40. Jahrg. 1870. No. 29. — Der „Berggeist." Köln 1869. S. 358. 397. 404. Jahrg. 1870. S. 397. 415. — Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen. Wien 1869. S. 301. Jahrg. 1871. S. 25. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1870. S. 235. — The Engineering and Mining Journal. New York. Vol. 10. p. 153. — The Mechanics' Magazine. London. Vol. 94. p. 347. — Dr. E. v. Meyer: Die Explosivkörper. Braunschweig 1874. S. 77. — André a. a. O. p. 198. — Boeckmann a. a. O. S. 324.

[245]) Deutsche Industrie-Zeitung. Jahrg. 1870. No. 29. — Dingler polyt. Journal. Bd. 197. S. 290. Bd. 233. S. 75. — Berg- u. hüttenm. Zeitung. Leipzig 1870. S. 388; 1879. S. 271. — Glückauf. Essen 1879. No. 76.

mit unter Wasser angewendet. Von den Erfindern werden diesem Sprengmittel dieselben Vorzüge, wie dem Dynamit, zugewiesen, wonach es im Vergleich zum schwarzen Pulver Ersparnisse an Arbeit, Zeit, Sprengmaterial und Gezähekosten herbeiführen und beim Transport und bei der Behandlung gefahrlos sein soll. Die Gefahrlosigkeit beim Transport ist durch Versuche erwiesen, welche man im Arsenal zu Woolwich anstellte, wonach Lithofracteur, welches in einer Masse von $2^1/_2$ kg in einem Kasten an einen Puffer eines Eisenbahnwagens befestigt war, nicht explodirte, als man diesen Eisenbahnwagen eine geneigte Ebene hinunterlaufen und auf einen mit Steinen beladenen Wagen aufstossen liess[246]). Als ein Vorzug vor dem Dynamit wird gleichzeitig angegeben, dass es bei einer Temperatur unter 8 Grad Celsius nicht unexplodirbar werde, wie es angeblich mit dem Dynamit der Fall sein soll, was aber, wie oben gezeigt, in der That nicht der Fall ist; es wird sogar behauptet[247]), dass es, ohne fest zu werden, einer Temperatur bis — 12,6 Grad Celsius ausgesetzt werden könne, was indess kaum glaublich ist, da nicht anzunehmen ist, dass durch die hier vorhandenen Beimischungen das Nitroglycerin die unangenehme Eigenschaft des leichten Erstarrens verlieren sollte. Trotz dieses vermeintlichen Vorzuges wird von den Verfertigern der Rath ertheilt, das Sprengmittel in Räumen, deren Temperatur nicht unter 10 Grad Celsius sinkt, aufzubewahren, was darauf schliessen lässt, dass bei einer niedrigeren Temperatur auch die Explodirbarkeit des verbesserten Lithofracteurs nicht ganz sicher ist, auch wird gewarnt, denselben zwischen den Bergen zu verstreuen, was den Schluss erlaubt, dass dieses Sprengmittel die Gefahrlosigkeit des Dynamits nicht theilt. Jedenfalls ist dasselbe noch durch weitere eingehende Versuche zu erproben. Solche Versuche wurden auf der Königsgrube in Oberschlesien angestellt, wo man sich davon überzeugte, dass das Dynamit besser wirkt und eine vortheilhaftere Arbeit gestattet, so dass die Arbeiter erklärten, bei dem Gedinge nicht weiter arbeiten zu können, wenn sie nicht zum Dynamit zurückkehren dürften. Aehnliches ist bei den in anderen Bergrevieren angestellten Versuchen constatirt, wenn auch Berichte von vorzüglichen Leistungen, namentlich aus England und Belgien vorliegen[248]). Die Leistungen des Lithofracteurs werden auf das Fünffache des Schwarzpulvers angegeben[249]), wobei aber zu bemerken ist, dass von dem Fabrikanten ver-

[246]) Annales des mines. Paris. t. 19. p. 429.

[247]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20B. S. 353.

[248]) Zeitschr. ebenda. — The Mining Journal. London 1872. p. 175. 205. — Geh. Rath Dr. Burkart in Berggeist. Köln 1872. S. 113. 161. 523. 613. — Glückauf. Essen 1872. No. 12. 48. 49. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1872. S. 349. — Der Naturforscher. Berlin 1873. S. 47. — Dingler polyt. Journal. Bd. 203. S. 502. Bd. 204. S. 161.

[249]) Zeitschr. a. a. O. S. 356. — Berggeist. Köln 1874. S. 449. — Dingler polyt. Journal. Bd. 213. S. 86. — Berg- u. hüttenm. Zeitung. Leipzig 1874. S. 223.

schiedene Qualitäten mit stärkerem oder geringerem Nitroglyceringehalt dargestellt werden. Einer ausgedehnten Verbreitung hat sich dieses Sprengmittel bisher nicht zu erfreuen.

ff. Coloniapulver.

Das Coloniapulver[250]) wird von den Gebrüdern Wasserfuhr und Comp. zu Köln dargestellt und ist gleichfalls ein Nitroglycerin enthaltendes Pulver, indem 30 bis 35 Procent desselben an ein dem gewöhnlichen Schwarzpulver nachgebildetes gebunden sind; es muss mit einer künstlichen Zündung zur Explosion gebracht werden. Noch sind ausgedehntere Versuche mit diesem Pulver nicht angestellt; die bisher auf Gruben des Siegener Bezirks vorgenommenen haben nicht solche Resultate ergeben, dass eine grössere Verwendung und namentlich eine Concurrenz mit Dynamit zu erwarten ist.

gg. Fulminatin.

Dr. Justus Fuchs, welcher früher im Auftrage von Alfred Nobel Dynamitfabriken in Amerika gebaut hat und später eine solche in Oberschlesien leitete, hat ein neues Nitroglycerinpräparat angegeben, welches statt 75 Procent Nitroglycerin im Dynamit davon 85 Procent und als Träger statt der Infusorienerde 15 Procent einer chemisch präparirten Substanz enthält. Diese letztere soll ein viel grösseres Absorptionsvermögen besitzen und ausserdem vor der Infusorienerde des Dynamits den Vortheil gewähren, dass sie bei den einzelnen Explosionen sich in Gas verwandelt und kaum einen Rückstand zurücklässt, so dass seine Explosionskraft der des reinen Sprengöls gleichkommen muss, während dieselbe beim Dynamit durch die 25 pCt. feste Rückstände beeinträchtigt wird. Näheres ist über dieses Sprengmittel nicht bekannt, da es nicht im Grossen zur Anwendung gelangt ist[251]).

In Bezug auf das Dynamit und alle Nitroglycerinpräparate ist noch die Frage aufzuwerfen, warum sie nicht so empfindlich gegen den Stoss und deshalb gefahrloser, als Nitroglycerin, sind? Es tritt hierbei derselbe Umstand ein, wie wenn man ein Wurfgeschoss gegen einen Sandhügel abschiesst; der Stoss theilt sich der Sandmasse nicht mit, die Kraft des Geschosses ist so beschränkt, dass es nur wenige Millimeter unter der Oberfläche liegen bleibt, nachdem es völlig abgeplattet ist und die unmittelbar in der Nähe befindlichen Sandtheile zusammengedrückt hat. Der auf das Dynamit u. s. w. ausgeübte Stoss führt ebenso ein Zusammendrücken der

[250]) Geh. Bergrath Dr. Burkart im Berggeist. Köln 1870. S. 416. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20 B. S. 356. — Dr. E. v. Meyer: Die Explosivkörper Braunschweig 1874. S. 76. — Boeckmann a. a. O. S. 328.

[251]) Der Berggeist. Köln 1872. S. 38. — Zeitschr. f. Gewerbe, Handel und Volkswirthschaft. Beuthen 1872. S. 79. — Dr. E. v. Meyer a. a. O. S. 80. — Boeckmann a. a. O. S. 337.

benachbarten Körner der festen Masse herbei und verrückt ihre Lage, aber ohne einen eben so heftigen Schlag auf das Netz von Poren, in welchem das Nitroglycerin zurückgehalten wird, auszuüben, so dass die Wirkung des Stosses, gegenüber dem reinen Sprengöl, gewissermassen abgeschwächt wird, ohne den Erfolg zu hindern, wenn die Detonation einmal bewirkt ist[252]).

hh. Nobel's neue patentirte Pulvermischungen.

Nobel soll in neuerer Zeit Mischungen hergestellt haben, welche je nach den quantitativen Verhältnissen der Bestandtheile mehr oder weniger kräftig wirken. Die stärkste Mischung besteht aus 68 Theilen salpetersaurer Baryterde und 12 Theilen an Kohlenwasserstoffen reicher Kohle, getränkt mit 12 Theilen Nitroglycerin; nahezu gleichkräftig ist die Mischung von 70 Theilen salpetersaurer Baryterde, 10 Theilen Harz und 12 Theilen Nitroglycerin. Ein Zusatz von 5 bis 6 Theilen Schwefel soll die Wirkung beider Mischungen erhöhen. Die Zündung erfolgt mittelst Knallsatz und Zündschnur[253]).

Andere Nitroglycerin haltende Stoffe scheinen Pydrolith[254]), Vigorit[255]), Ferrolin[256]) zu sein, über deren Zusammensetzung nichts bekannt geworden ist, welche aber in den bezeichneten Quellen sowohl in Bezug auf ihre Wirkung, wie auf die sonstigen Eigenschaften, namentlich auch dass sie das lästige Festwerden bei niedriger Temperatur nicht besitzen, sehr gerühmt werden, obwohl bisher eine weitere Verbreitung nicht eingetreten zu sein scheint. Vigorit soll von Bjorkmann in Stockholm dargestellt werden, indem in Gefässen von Holz oder Guttapercha 5 bis 20 Theile Zucker oder Melasse mit 25 bis 50 Theilen Salpetersäure und 50 bis 75 Theilen Schwefelsäure gemischt werden; von diesem Gemisch, welches er Nitrolin nennt, werden 25 bis 50 Theile mit 15 bis 35 Theilen salpetersaurem Kali, 10 bis 30 Theilen chlorsaurem Kali und 15 bis 35 Theilen Cellulose gemischt[257]).

Hierher gehört auch Brain's Pulver[258]), welches nach den vorge-

[252]) Javal et Garnier in bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. t. 15. p. 503.

[253]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1872. S. 55. — Dr. E. v. Meyer a. a. O. S. 76.

[254]) The Mining Journal. London 1872. p. 894. 1043.

[255]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1874. S. 355. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1878. S. 263.

[256]) Schlesische Zeitung. Breslau 1872.

[257]) Dingler polyt. Journal. Bd. 225. S. 108.

[258]) Der Berggeist. Köln 1875. S. 339. — Glückauf. Essen 1875. No. 40. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1875. S. 371. — The Mining Journal. London 1875. p. 1086. — André a. a. O. p. 200. — Boeckmann a. a. O. S. 329.

nommenen Versuchen sehr gerühmt wird. — Zu erwähnen ist ferner der weisse Dynamit und der Rhexit, welche in der Fabrik zu St. Lambrecht in Steiermark dem Dynamit nachgebildet werden, aber als Träger ganz oder zum grösseren Theil nicht Infusorienerde, sondern einen organischen Stoff haben, also dem Lithofracteur im Ganzen entsprechen[259]). — In neuerer Zeit sind noch verschiedene andere derartige Sprengmittel aufgetaucht. Die rheinische Dynamitfabrik zu Opladen stellt ein Nitroglycerinfabrikat her unter dem Namen Pantopollit[260]). Dasselbe enthält einige Procent in Nitroglycerin aufgelösten Naphthalin, welches bei der Explosion die Bildung der lästigen Untersalpetersäure verhindern soll. Bei angestellten Versuchen war der nach dem Abthun der Schüsse auftretende Geruch und Rauch so lästig, dass längere Zeit nicht gearbeitet werden konnte und die Mannschaft über Kopf- und Brustschmerzen klagte; die Wirkung war günstig, indem 10 cm Ladung dieselbe Leistung wie 30 cm Schwarzpulver zeigten, auch der Stückkohlenfall grösser, als bei Schwarzpulver war. — In seinen Leistungen wird besonders hervorgehoben das in Schweden dargestellte Sebastin, und in etwas anderer Zusammensetzung Neu-Sebastin genannt; dasselbe ist augenscheinlich ein Nitroglycerinpräparat, da empfohlen wird, es nicht in hartem Zustande zu verwenden, sondern vor dem Gebrauch in einem doppeltwandigen Wassertopf weich zu machen, andrerseits wird für das Neu-Sebastin hervorgehoben, dass es kein chlorsaures Kali enthalte, also ungefährlicher sei, als Sebastin und doch stärkere Wirkung, als dieses habe. Bei den angestellten und beschriebenen Versuchen soll Sebastin eine brisantere Wirkung, als Dynamit gezeigt haben, doch erfordert es festeren Besatz und soll durch Lagern, namentlich in Feuchtigkeit an Güte verlieren[261]). Nach den Angaben des Erfinders Fahnejelm ist dieser neue Sprengstoff ein Nitroglycerinpräparat, dessen fester Träger Holzkohle aus Pappel- oder Haselnussholz ist; dieselbe wird besonders dargestellt aus dünnen Zweigen im offnen Feuer, so dass die zurückbleibende Kohle durchaus porös und geeignet ist, das Fünf- bis Sechsfache ihres Gewichts an Nitroglycerin aufzusaugen. Nach der Ansicht des Erfinders muss dieses Präparat wirksamer sein, als Dynamit, weil die Holzkohle zur Gasentwickelung beiträgt, indem die aus der Explosion des Nitroglycerins entwickelten Gase einen Theil der Holzkohle oxydiren, während die Infusorienerde beim Dynamit nichts zur Gasentwickelung beiträgt; zur Vergasung des übrigen Theils der Holzkohle wird ein Salz beigemischt, wozu im Anfang chlorsaures Kali, jetzt sal-

[259]) Lauer: Anleitung für die Verwendung des weissen Dynamit und Rhexit. Wien 1875. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1876. S. 350.

[260]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 24B. S. 149. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1877. S. 111.

[261]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1876. S. 444; 1877. S. 275. 376.

petersaures Kali verwendet zu werden scheint. Die Mischung soll betragen nach dem Gewicht: 78 Theile Nitroglycerin, 14 Theile Holzkohle, 8 Theile Salpeter oder in einem anderen Product 68 Theile Nitroglycerin, 20 Theile Holzkohle, 12 Theile Salpeter; das Wirkungsverhältniss des Sebastins No. 1. zu No. 2. und zum Dynamit wird angegeben wie 2416575 zu 1933079 zu 1674694, während reines Nitroglycerin die Wirkung 2884043 haben soll[262]). Nach Versuchen im Mansfeldischen ist die Wirkung des Sebastins im festen Rothliegenden und im Conglomerat eine günstige, bei geringerem Verbrauch im Vergleich zu Dynamit; es soll aber leicht feucht werden und kommen deshalb öfter Versager vor[263]). — Der dem Fabrikanten Engels in Kalk bei Deutz patentirte Atlasdynamit besteht im Wesentlichen aus Pyroxylin, Nitroglycerin und Nitrostärke und wird zu Patronen mit einem Zündkanal geformt, in welchen die Zündschnur eingeführt wird[263a]). Sehr gerühmt wird der durch v. Brones dargestellte Bronolith; Versuche in Idria sollen günstig ausgefallen sein[263b]).

4. Schiessbaumwolle.

Die Schiessbaumwolle[264]) ist von Schönbein erfunden, in Gemeinschaft mit Böttger, und unabhängig von diesem von Otto in Braunschweig, als technisch verwerthbar erkannt und von ihm Pyroxylin genannt, ursprünglich durch Auflösung von Collodium in Aether, dann aber durch Behandlung von Pflanzenfaser mit Salpetersäure dargestellt. Die Cellulose (Pflanzenfaser, Zellensubstanz, auch die Holzfaser) hat eine Zusammensetzung von $C_{12}\,H_{10}\,O_{10}$, behandelt man dieselbe mit Salpetersäure, so entsteht Pyroxylin, indem Wasser austritt, und zwar aus $C_{12}\,H_{10}\,O_{10} + 3\,(NO_5\,HO)$ wird $C_{12}\,H_7\,(NO_4)^3\,O_{10} + 6\,HO$, bei dessen Verbrennung Kohlensäure, Kohlenoxyd, Stickstoffoxyd und Wasser entsteht. Nach Abel[265]) besteht die Schiessbaumwolle in ihrer heutigen Darstellung aus einem Gemenge von Trinitricellulose, mit 4 bis 5 pCt. unveränderter Cellulose, etwa bis 12 pCt. in Aether löslicher Dinitricellulose, bis 1 pCt. aus den Fetten und Harzen der Wolle gebildeter Körper und 0,5 pCt. Asche; nach den Untersuchungen von Champion und Pellet soll die Zusammensetzung der comprimirten Schiessbaumwolle von Abel der Formel $C_{24}\,H_{15}\,O_{15}$, $5\,NO_5$ oder $C_{12}\,H_{15}\,(NO_2)_5\,O_{10}$ entsprechen[266]); doch geben die Chemiker, welche sich damit beschäftigt haben, die mannigfachsten Zusammensetzungen und

[262]) The Mining Journal. London 1877. p. 618.

[263]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 27B. S. 259.

[263a]) Dingler polyt. Journal. Bd. 238. S. 329.

[263b]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1883. S. 57.

[264]) Dr. E. v. Meyer: Die Explosivkörper. Braunschweig 1874. S. 16. — André a. a. O. p. 201. — Boeckmann a. a. O. S. 222.

[265]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1877. S. 127.

[266]) Dingler polyt. Journal. Bd. 224. S. 346.

Formeln an[267]). Nach Sarrau und Veille[268]) hat die Schiessbaumwolle folgende Zusammensetzung:

Kohlenstoff	=	24,0 pCt.
Stickstoff	=	12,7 -
Sauerstoff	=	55,6 -
Wasserstoff	=	2,4 -
Asche	=	2,4 -
Feuchtigkeit	=	2,6 -
		99,7 pCt.

was der zweiten Formel von Abel entspricht. Nach den Untersuchungen der Gase zersetzt sich der Stoff in $4\,CO_2 + 8\,CO + 7\,H + 5\,N + 4\,H_2O$.

Gewöhnlich nahm man früher Baumwolle, welche in Schnüre gedreht und 48 Stunden lang in concentrirte Salpetersäure oder in ein Gemenge derselben mit 2 Theilen Schwefelsäure eingelegt wurde, nach dem Auspressen der Säure wurde das Präparat wochenlang in fliessendem Wasser ausgewaschen, alsdann, um eine langsamere Verbrennung zu bewirken, mit einer Lösung von Kaliwasserglas behandelt und demnächst getrocknet[269]). Im äusseren Ansehen hatte sich die Baumwolle nach der Behandlung kaum verändert, dagegen in chemischer Beziehung vollständig, sie enthielt reichlich Untersalpetersäure und explodirte bei Zutritt von Luft durch Anzünden oder einen raschen Schlag, da sie nur 50 bis 150 Grad Celsius zur Entzündung bedurfte, während Pulver erst bei 300 Grad Celsius explodirt. Wasser veränderte die Schiessbaumwolle nicht, aber bei längerem Aufbewahren zersetzte sie sich theilweise und wurde weniger brauchbar. Nach den angestellten Versuchen soll sie eine viel stärkere Wirkung als das Pulver haben, die von Combes und Flandin auf das Vierfache, von Séguier auf das Sechsfache, von Tamper auf das Doppelte angegeben wird; sie nimmt daher weniger Raum ein, als das zu gleicher Wirkung nöthige Pulver, und bedarf deshalb nur flacherer Bohrlöcher, sie ist aber viel theurer, sehr gefährlich beim Besetzen und zu veränderlich beim Aufbewahren. Dieser Vorwurf, sowie der Umstand, dass das Fabrikat nicht gleichmässig ausfiel, sondern bald grössere, bald geringere Kraftentwickelung besass, auch die Plötzlichkeit der Explosion haben damals der Anwendung der Schiessbaumwolle grossen Eintrag gethan. In neuester Zeit ist es gelungen, diese Uebelstände zu beseitigen, auch hat man versucht, der Schiessbaumwolle durch Vermengung mit weniger oder gar nicht explodirbarer Baumwolle oder durch mechanische Verdichtung zu einer homogenen Masse eine bessere Benutzungsfähigkeit zu Theil werden zu lassen[270]). Ferner hat man durch

267) Dingler polyt. Journal. Bd. 230. S. 45. 148.
268) Ebenda. Bd. 233. S. 494.
269) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1866. S. 256.
270) Dingler polyt. Journal. Bd. 185. S. 148.

Verarbeitung der Schiessbaumwolle zu breiigen Massen nach Art der Papierfabrikation, welche mit wenig Gummi angerührt nach dem Trocknen zu Körnern zerkleinert werden, ihre Verwendung als Schiessmaterial sehr befördert[271]). Ausgedehnte Anwendung[272]) hat man schon in früherer Zeit in Steinbrüchen bei Komorn, die das Material für Befestigungsarbeiten gaben, und bei den Wallsprengungen zu Wien gemacht und hat sehr befriedigende Resultate gewonnen. Zu Komorn fertigte man volle cylinderische Patronen, indem man $66^2/_3$ Gramm Wollfäden über einander wickelte und Cylinder von 100 Millimeter Länge, 52 Millimeter Durchmesser bildete; in Wien machte man hohle Patronen, indem man über einen Pappcylinder von 130 Millimeter Länge und $8^3/_4$ Millimeter Durchmesser 50 Gramm Wollfäden wickelte, durch den hohlen Raum wurde eine rasche und gleichmässige Entzündung bewirkt, worauf es bei der Wolle sehr ankommt; Bohrlöcher mit 5 Stück hohlen 50 Gramm schweren Patronen, also 650 Millimeter mit 250 Gramm Ladung gaben dasselbe Resultat wie 6 Stück volle $66^2/_3$ Gramm schwere, also 650 Millimeter mit 400 Gramm. Die Bohrlöcher erhielten einen Durchmesser von 52 bis 61 Millimeter, um die Patrone bequem einbringen zu können; bei einer Ladung von 200 bis 900 Gramm genügte ausser dem ersten Pfropfen und einer Schicht von 52 Millimeter Hobelspänen über diesem ein Besatz von 157 bis 470 Millimeter. In den Bergwerken zu Californien und Nevada[273]) wurde ganz allgemein solche Schiessbaumwolle angewendet, und man ist mit den gewonnenen Resultaten sehr zufrieden, namentlich wird als eine gute Eigenschaft gerühmt, dass sie keinen Rauch zurücklässt, was bei den mangelhaft ventilirten Grubengebäuden von grossem Werth sein muss.

Die von Schönbein erfundene und durch von Lenk nach den oben angegebenen Grundzügen verbesserte Darstellung der Schiessbaumwolle hat aber erst durch Abel in der Fabrik von Stowmarket, Suffolk, eine durchgreifende Vervollkommnung erfahren[274]). Derselbe wählt nicht gewöhnliche Baumwolle oder versponnene langhaarige Baumwolle, sondern sogenannten Maschinenabfall (machinery waste), welcher ganz rein und von lockerer Beschaffenheit sein muss, so dass die Säure ihn leicht durchdringen kann. Die Umwandlung in Schiessbaumwolle oder Trinitrocellulose erfolgt folgendermassen. Die sorgfältig getrocknete Baumwolle wird, immer in kleinen

[271]) Ebenda. S. 154. 157.

[272]) Oppermann in Zeitschr. des hannöv. Architekten- u. Ingenieur-Vereins. 1861. S. 264.

[273]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1866. S. 270. — Auch gerühmt in berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1868. S. 132.

[274]) Dingler polyt. Journal. Bd. 202. S. 371. Bd. 213. S. 145. 314. 427. — The Mechanics' Magazine. London. Vol. 95. p. 135. 136. — Berg- u. hüttenm. Zeitung. Leipzig 1872. S. 216; Zeitschr. des Vereins deutsch. Ingen. Berlin 1872. (Bd. 16.) S. 266. — The Mining Journal. London 1875. p. 579. — The Engineering and Mining Journal. New York. Vol. 33. p. 21.

Quantitäten auf einmal, in eine vollkommen kalte Mischung von 1 Theil Salpetersäure von 1,5 specifischem Gewicht und 3 Theilen Schwefelsäure von 1,85 specifischem Gewicht eingetaucht und demnächst 24 Stunden lang mit ungefähr ihrem zehnfachen Gewicht des Säuregemisches in Berührung gelassen, damit ihre Umwandlung möglichst vollständig stattfinde. Die Gefässe, in denen diese Einwirkung stattfindet, werden verschlossen und möglichst kühl gehalten. Nach Ablauf der vorgeschriebenen Zeit bringt man den Inhalt der Gefässe in einen Centrifugalapparat, durch welchen der grösste Theil der überflüssigen Säure beseitigt wird. Darauf taucht man mit Hilfe einfacher mechanischer Vorrichtungen und in sehr kleinen Quantitäten auf einmal die Schiessbaumwolle in ein grosses Volumen Wasser, um die zurückgebliebene Säure so schnell mit Wasser zu verdünnen, dass eine Erhitzung und eine durch dieselbe veranlasste heftige oxydirende Wirkung der Salpetersäure auf die Schiessbaumwolle vermieden wird, eine Wirkung, welche selbst bei der kürzesten Dauer einen nachtheiligen Einfluss auf die Qualität und wohl auch auf die Haltbarkeit des Products ausübt. Es ist diese Vorsichtsmaassregel eine hervorragende Verbesserung in dem Verfahren von Abel. Nach dieser vorläufigen Waschung wird die Schiessbaumwolle im Centrifugalapparat ausgeschleudert und dann die Waschung und Ausschleuderung noch zweimal wiederholt. Darauf bearbeitet man die Schiessbaumwolle in einem Holländer, wie sie zur Darstellung von Papier benutzt werden, wodurch sie in den Zustand feiner Zertheilung versetzt wird, welcher für die spätere Umwandlung in eine homogene comprimirte Masse nothwendig ist, wobei zugleich eine gründliche Reinigung stattfindet, die bei der nächsten Operation fortgesetzt wird. Diese besteht in der Behandlung in einer Kochmaschine (poaching machinery), in welcher die Schiessbaumwolle in einem sehr grossen Volumen warmen, von Zeit zu Zeit erneuerten Wassers umhergeschlagen wird. Dieses Waschen wird ununterbrochen fortgesetzt, bis die Schiessbaumwolle bei sorgfältigster Untersuchung vollkommen rein befunden wird, was ungefähr 48 Stunden dauert. Diese Waschmethode ist ein Hauptvorzug des neuen Verfahrens, da bei dem früheren innerhalb der Fasern hartnäckig Unreinigkeiten zurückblieben, welche auch bei dem durch von Lenk angegebenen wochenlangen Auswaschen in fliessendem Wasser und nachherigem Kochen in verdünntem Alkali nicht beseitigt wurden. Das Zerkleinern der Masse bewirkt Mackie abweichend — nicht durch einen Holländer — durch rasch rotirende Circularmesser und lässt die Masse dann durch Walzen gehen, aus denen sie in äusserst fein vertheiltem Zustand hervorgeht[275]. Nach Beendigung der Waschung wird die breiförmige Masse geformt und durch Pressen in einer hydraulischen Presse in compakte Stücke von cylinderischer oder anderer Form und von der etwaigen Dichtigkeit des Wassers verwandelt. Während der ganzen Fabrikation ist die Schiessbaum-

[275]) Dingler a. a. O. Bd. 213. S. 174.

wolle nass, also absolut unentzündbar. Nach der Compression wird das Product auf heissen Platten, zu denen die Luft freien Zutritt hat, getrocknet und dann in leichte, hölzerne Kisten verpackt. Gegen das frühere Fabrikat zeichnet sich die so dargestellte Schiessbaumwolle durch Dichtigkeit, Gleichmässigkeit, Haltbarkeit und Sicherheit aus. Sie muss sehr fest verschlossen sein, wenn sie durch Flamme zur Explosion gebracht werden soll; wird sie in offener Luft oder in gewöhnlicher Verpackung entzündet, so brennt sie ruhig ab. Aber auch in offener Luft kann sie durch die Wirkung einer Detonation z. B. von Knallquecksilber zu verherender Explosion gebracht werden. Das Gefährliche bei dieser Fabrikationsmethode ist das Trocknen, weil die Schiesswolle nach Entziehung der Feuchtigkeit zu Explosionen geneigt ist[276]). Dagegen hat Brown, Chemiker beim britischen Kriegsdepartement, erkannt, dass die Schiessbaumwolle bei einem Wassergehalt von 15 bis 20 pCt. noch explodirbar ist, so dass man des gefährlichen Trockenprozesses überhoben ist[277]), was ein sehr grosser Fortschritt in der Fabrikation und Verwendbarkeit ist.

Während bei den vorbeschriebenen Darstellungsmethoden die Baumwollenfaser mechanisch zerkleinert wird, hat man andererseits vorgeschlagen dies auf chemischem Wege zu thun, und zwar:

1. durch längeres Tränken der Pflanzenfaser mit verdünnter Schwefelsäure von 40 bis 45 Grad Baumé, demnächstiges Auswaschen mit Wasser und Trocknen;
2. durch Trocknen mit schwachsaurer Flüssigkeit (Wasser mit 5 pCt. Schwefelsäure) und längeres Erhitzen bis 100 Grad;
3. durch Lösen in einem Gemisch von Schwefelsäure und Wasser, Ausfällen durch Wasserzusatz und darauf folgendes Trocknen. Statt Schwefelsäure kann man auch Chlorzinklösung anwenden. Die so behandelte Cellulose zerfällt nach dem Trocknen in ein mehlartiges Pulver[278]).

Punshon will im Stande sein, Schiessbaumwolle von jeder gewünschten Explosivkraft darzustellen[279]) und für jeden verlangten Zweck anzupassen und ein vollständig gleichmässiges Fabrikat zu sichern; auch soll seine Schiessbaumwolle aufbewahrt werden können, ohne Neigung zur Zersetzung oder zur freiwilligen Explosion zu gewinnen, welche Eigenschaften sonst der Schiessbaumwolle zum Nachtheil gereichen, obwohl man andererseits im englischen Kriegsministerium Proben 9 Jahr lang aufbewahrt haben soll, welche dem frisch bereiteten Product in ihrer Wirkung

[276]) Dingler polyt. Journal. Bd. 203. S. 324. — Berg- u. hüttenm. Zeitung. Leipzig 1874. S. 111.

[277]) Dingler polyt. Journal. Bd. 206. S. 500. Bd. 210. S. 393. — The Mining Journal. London 1872. p. 1212.

[278]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1879. S. 259.

[279]) The Mining Journal. London 1872. p. 65. 75.

nicht nachgestanden haben[280]). Er bedeckt die Schiessbaumwolle mit Pulver von Zucker, Potasche oder anderen Salzen, um die einzelnen Theile der Wolle von einander zu trennen; durch Veränderungen in der Quantität des beigemengten Pulvers will er die verschiedene Explosivkraft erreichen.

Durch ausgedehnte Versuche in Woolwich und Chatham[281]) hat man festgestellt, dass Schiessbaumwolle, auch wenn sie nicht comprimirt ist und ohne fest eingeschlossen zu sein, an freier Luft durch Stoss mittelst Knallsatz schnell und heftig explodirt; ihre Wirkung soll der des Nitroglycerins und des Dynamits mindestens nicht nachstehen und die des schwarzen Pulvers um das Zehnfache übertreffen. Neuere Versuche zu Chatham sollen von Neuem die Ueberlegenheit der Schiessbaumwolle über das gewöhnliche Schiesspulver herausgestellt haben[282]). Die Anwendbarkeit der Schiessbaumwolle würde aus dem Umstande, dass sie alsdann keines oder nur losen Besatzes bedarf, sehr an Gebrauchsfähigkeit gewinnen, indem ihre Gefährlichkeit hauptsächlich darin besteht, dass sie im comprimirten Zustande beim festen Besetzen leicht explodirt. Die Schiessbaumwolle hat jedenfalls den Nachtheil, dass es ihr in ihren Bestandtheilen an Sauerstoff fehlt, um die übrigen vollständig zu verbrennen (zu oxydiren); die Entzündungstemperatur wird zu 220 Grad Celsius angegeben, die aus 1 Kilogramm entwickelte Gasmenge zu 800 Liter bei 700000 Calorien, woraus die Ueberlegenheit gegen das schwarze Pulver, aber das Zurückbleiben gegen die Nitroglycerinpräparate hervorgeht. Man hat vorgeschlagen, der Schiessbaumwolle Salpeter beizufügen, um die Sauerstoffmenge zu erhöhen, was indess theoretisch und praktisch nicht empfehlenswerth ist[283]).

Zur Zündung wurden die von Nobel beim Dynamit angewendeten Patentzünder benutzt[284]), welche, nach der Fig. 143, aus dem die Zündmasse enthaltenden kupfernen Röhrchen a und dem gewöhnlichen Zünder b bestehen; nachdem man b in a eingeschoben hat, wird die Nase c mittelst Zange fest an den Zünder geklemmt, so dass eine gegenseitige Verschiebung nicht möglich ist. Diese Zündungsart erübrigt auch bei der Anwendung der Schiessbaumwolle unter Wasser die Nothwendigkeit der Ver-

[280]) Dingler a. a. O. Bd. 203. S. 325. — Berg- u. hüttenm. Zeitung. Leipzig 1874. S. 111.

[281]) Dingler polyt. Journal. Bd. 192. S. 165. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 13. S. 334. — Berg- u. hüttenm. Ztg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 295. — Oesterr. Zeitschr. für Berg- u. Hüttenwesen. Wien 1869. S. 360. — Der Naturforscher. Jahrg. 1869. S. 309. — Geh. Bergrath Dr. Burkart im „Berggeist". Köln 1870. S. 343. — The Engineering and Mining Journal. New York. Vol. 10. p. 177.

[282]) The Mechanics' Magazine vom 20. Mai 1870. S. 370.

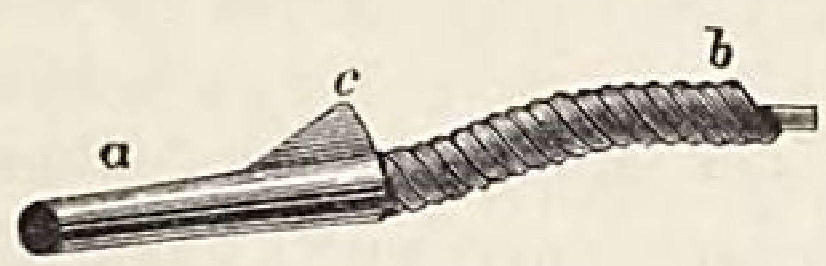
[283]) Dingler polyt. Journal. Bd. 203. S. 303. 310. — Berg- u. hüttenm. Zeitung. 1872. S. 183. — The Mining Journal. London 1873. p. 1060. — Der Naturforscher. Berlin 1873. S. 47.

[284]) Dingler polyt. Journal. Bd. 192. S. 405.

packung in eine feste Kapsel, es ist vielmehr nur eine wasserdichte Umhüllung der losen Schiessbaumwolle erforderlich.

Auch über die Transportfähigkeit der Schiessbaumwolle hat man in England Versuche angestellt, weil die Eisenbahnverwaltungen den Transport verweigerten. Es hat sich dabei ergeben[285]), dass Schiessbaumwolle, in Kisten verpackt, an freier Luft mittelst Zünder entzündet, mit grossen Flammen ohne Explosion abbrannte. Legte man solche Kisten auf das Eisenbahngeleis und überfuhr sie mit Kohlenwagen, so entzündeten sich

Fig. 143.



einzelne, andere nicht, in keinem Falle fand eine Explosion statt; beim Ueberfahren mit Locomotiven entzündete sich die Schiessbaumwolle ohne Explosion. Befestigte man Schiessbaumwolle an einen Radreifen und liess den Wagen über die Schienen laufen, so fand jedes Mal Explosion statt, dieselbe erstreckte sich aber nur auf die wirklich zwischen Schienen und Radreifen befindlichen Partikelchen, das Uebrige brannte mit ruhiger Flamme ab. Hieraus hat man den Schluss gezogen, dass der Transport der Schiessbaumwolle auf Eisenbahnen ungefährlich sei.

Dennoch hat man auch bei der Darstellung dieses Präparates eine furchtbare Explosion der Fabrik in Stowmarket in England zu beobachten gehabt, deren Ursachen indess nicht evident festgestellt worden sind; es scheint aber auch hier, wie bei den Explosionen der Fabriken von Nitroglycerinpräparaten, die sorgfältige Abkühlung des Säuregemisches versäumt worden zu sein[286]). Dieses Ereigniss hatte der englischen Regierung von Neuem Veranlassung gegeben, die Schiessbaumwolle auf ihre Gefährlichkeit bei ihrer Aufbewahrung und ihrem Gebrauch wiederholt zu untersuchen, wodurch man zu der Ueberzeugung geführt ist, dass die grösste Vorsicht bei der Magazinirung anzuwenden sei[287]). In Oesterreich, wo man früher, namentlich in Folge der Bestrebungen von Lenk's, der Schiessbaumwolle die grösste Aufmerksamkeit zuwendete, hat man in neuerer Zeit den Gebrauch derselben verboten, vermuthlich in Folge der Explosion einer Fabrik zu Hirtenberg. Dagegen haben die in Chatham fortgesetzten Versuche auch in neuester Zeit[288]) die vorzüglichen Eigenschaften der comprimirten

[285]) Ebenda, Bd. 189. S. 78.

[286]) The Mechanics' Magazine. London. Vol. 95. p. 134. 149. 191. 207.

[287]) The Mining Journal. London 1872. p. 410; 1873 pag. 778; 1875 p. 137. — Geh. Rath Dr. Burkart in Berggeist. Köln 1872. S. 547; österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1872. S. 373; der Naturforscher. Berlin 1873. S. 47; Dingler polyt. Journ. Bd. 207. S. 173.

[288]) The Mining Journal. London 1872. S. 32.

Schiessbaumwolle ergeben; ebenso anderweitig Versuche in England[289]). Auch in Frankreich[290]) will man gefunden haben, dass dieselbe allen anderen Explosivstoffen vorzuziehen sei, weil sie vollständige Sicherheit beim Transport und beim Besetzen gewähre, weil nicht zu besorgen sei, dass sie durch Feuchtigkeit leide, weil sie einen sechs Mal grösseren Effect als gewöhnliches Schiesspulver habe, keinen Rauch erzeuge und den Arbeiter viel weniger erschlaffe, als Pulver und Dynamit. Dagegen hat Lauer[291]) nur dann eine dem Dynamit nahezu gleiche Wirkung der comprimirten Schiessbaumwolle gefunden, wenn die Entzündung durch eine Zündpatrone erfolgt, da die Detonationszündung direkt mittelst eines Knallpräparats nicht zulässig sei.

Nach Versuchen auf der Grube ver. Bastenberg und Dörnberg, so wie auf westfälischen Gruben leistet comprimirte Schiessbaumwolle im günstigsten Falle dasselbe, wie Dynamit, doch sollen viele Versager vorkommen. Dagegen sollen auf den Saarbrücker Gruben günstige Resultate erzielt sein, doch steht der zu hohe Preis einer allgemeineren Einführung entgegen[292]). — Ausführliche Versuche[293]) haben ergeben, dass eine Erhitzung der comprimirten Schiessbaumwolle bis 120 Grad C. und eine Erkaltung bis — 10 Grad C. den Stoff in keiner Weise verändert. Ein 50 kg schweres eisernes Gewicht liess man von einer Höhe von 8 m auf die Patronen fallen oder schoss mit Kugeln aus grosser Nähe darauf: die Patronen wurden völlig zerschmettert, doch erfolgte keine Entzündung oder Explosion. Man legte Patronen in offenes Feuer oder legte sie auf einen Sack mit Pulver, welches man zur Explosion brachte: in beiden Fällen brannten die Patronen ruhig ab; auch eine Kiste mit Patronen legte man in ein offenes Feuer, wobei die Schiessbaumwolle ruhig verbrannte. Dagegen wurde eine 30 Ctr. schwere gusseiserne Platte durch eine Ladung von $2^1/_2$ kg in 4 Theile zerschmettert und eine Eisenbahnschiene durch $^1/_2$ kg durchgeschlagen. Auf den fiskalischen Gruben bei Dillenburg hat sich herausgestellt, dass die comprimirte Schiessbaumwolle dem Dynamit nicht nachsteht, sondern dasselbe in vielen Fällen noch übertrifft. — Bei den Vergleichen der verschiedenen Sprengstoffe wird es wesentlich darauf ankommen, ob sie vorschriftsmässig und rein dargestellt sind, namentlich ist der Grad der Nitrirung bestimmend; ein völliges Trinitroproduct ist fabrikmässig nicht darzustellen, denn in der Schiessbaumwolle finden sich weniger nitrirte oder sogar nicht nitrirte Fasern, im Nitroglycerin Wassertheilchen und andere Producte, welche die Nitrirung hindern. Das Nitroglycerin

289) The Mining Journal. London 1874. p. 1384.

290) Garnier in bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. t. 15. p. 510.

291) Lauer: Spreng- und Zündversuche. Wien 1872. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1871. S. 415.

292) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 27B. S. 259.

293) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1878. S. 389.

ist dabei im Vortheil, weil die Nitrirung dennoch gleichmässiger erfolgt und die fremden Stoffe beseitigt werden können, während die nicht völlig nitrirten Fasern der Schiessbaumwolle nicht herauszuschaffen sind und nicht allein die Sprengkraft und Brisanz verringern, sondern sogar die Beständigkeit des Products gefährden. Ein weiterer Vorzug des Nitroglycerins ist sein höheres specifisches Gewicht, so dass sich in demselben Raume mehr Sprengstoff einbringen lässt, als Nitrocellulose. Dagegen kann Schiessbaumwolle comprimirt, Nitroglycerin nur mit anderen Körpern vermengt, also als Dynamit, angewendet werden. Brisanz und Sprengkraft sind bei Schiesswolle, welche zur Dichte von 1,0 comprimirt ist, und bei Dynamit von 70 pCt. Nitroglycerin und 30 pCt. Kieselguhr nahe gleich: das Dynamit hat den Vorzug, dass es dicht an den Bohrlochswänden anliegt, was bei den starren Cylindern der comprimirten Schiessbaumwolle nicht zu erreichen ist, wodurch die Wirkung des Dynamits verstärkt wird; man sucht den Nachtheil bei der Schiessbaumwolle dadurch auszugleichen, dass man die Bohrlöcher, wo es die Richtung gestattet, mit Wasser füllt. Einen Vorzug hat die Schiessbaumwolle durch ihr Verhalten im Wasser, und dass sie nicht erstarrt, obgleich diese Nachtheile bei dem Dynamit durch Vorsicht beseitigt werden können[294]).

Pellet hat in Betreff der Entzündbarkeit ähnliche Resultate für die comprimirte Schiessbaumwolle festgestellt, wie sie S. 266. für Dynamit angegeben sind[295]).

Bleekrode hat gefunden, dass Schiessbaumwolle, wenn sie mit einer leicht entzündbaren Flüssigkeit, wie Schwefelkohlenstoff, Aether, Benzin oder Alkohol benetzt ist, bei der Entzündung durch den elektrischen Funken oder durch andere Zündungsmittel nicht explodirt, sondern langsam abbrennt, weshalb er vorschlägt, Schiessbaumwolle beim Lagern zur Sicherung gegen Feuersgefahr mit einer Schicht jener Stoffe zu bedecken, welche vor dem Gebrauch der Schiessbaumwolle leicht abgedunstet werden können[296]).

Auf die von Brown ermittelte Erfahrung, dass die Schiessbaumwolle selbst bei einem Wassergehalt von 15 bis 20 pCt. noch explodirt, gestützt will Roberts ein Verfahren gefunden haben, wonach die Schiessbaumwolle völlig ohne Gefahr fabricirt, aufbewahrt, transportirt und verwendet werden kann, ein Verfahren, welches er auf alle nitrirten Sprengmittel ausdehnen will[297]). Die näheren Momente dieses Verfahrens sind noch nicht bekannt

[294]) Glückauf. Essen 1879. No. 8.

[295]) Die chemische Industrie von Dr. Jacobsen. 1878. S. 336.

[296]) Der Naturforscher. Berlin 1871. S. 162. — Dingler polyt. Journal. Bd. 200. S. 338. Breslauer Gewerbeblatt 1871. S. 63. — Berg- u. hüttenm. Zeitung. 1872. S. 364. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin 1872. (Bd. 16.) S. 460. — Civilingenieur. Bd. 18. Litteraturblatt. S. 102.

[297]) Berggeist. Köln 1873. S. 625. — Dingler polyt. Journ. Bd. 210. S. 393.

geworden, bewährt sich dasselbe, so würde es von der erheblichsten Wichtigkeit sein.

Das englische Verfahren zur Darstellung comprimirter Schiessbaumwolle ist von dem Baron Trütschler von Falkenstein auch nach dem Continent übertragen und wird von demselben in einer Fabrik zu Kruppamühle bei Keltsch an der Rechte-Oder-Ufer-Eisenbahn in Grossem ausgeübt, obwohl das Produkt zur Zeit nur noch fast ausschliesslich für militärische Zwecke verwendet wird. Die Darstellung desselben ist aber völlig gefahrlos, auch wird der Transport auf der Eisenbahn anstandslos bewirkt, nur ist dabei Bedingung, dass die Schiessbaumwolle 20 pCt. Wasser enthalten muss. In neuester Zeit wird aber die comprimirte Schiessbaumwolle aus der genannten Fabrik in Patronen geformt beim Bergbau verwendet. Es sollen in den Kalksteinbrüchen von Rüdersdorf erfolgreiche Versuche damit gemacht worden sein, während namentlich auf westfälischen Gruben durch die Thätigkeit eines Agenten von Förster der Gebrauch solcher Patronen an Ausdehnung zu gewinnen scheint, da man sich völlig davon überzeugt hat, dass die Schiessbaumwolle auch in nassem Zustande mit geeignetem Zündhütchen zur Explosion gebracht werden kann, daher durchaus gefahrlos ist und in ihren Wirkungen und Einflüssen nach Abthun der Schüsse dem Dynamit in nichts nachsteht[298]. — Da der Wassergehalt der Patronen durch Verdunstung geringer werden, also die Gefährlichkeit des Präparats zurückkehren kann, hat man vorgeschlagen, das Wasser durch Paraffin zu ersetzen; die mit diesem Stoff getränkten Proben von comprimirter Schiessbaumwolle brannten wie kieniges Holz und besassen die gleiche Sprengkraft, wie nasse Wolle[299].

Da sich der Gebrauch der comprimirten Schiessbaumwolle in Westfalen mehr und mehr ausdehnt, hat das Oberbergamt zu Dortmund zum Schutze der Betheiligten unterm 9. September 1878 eine bezügliche Polizeiverordnung erlassen[300].

In der Fabrik von Wolff & Comp. zu Walsrode am Harz dargestellte comprimirte Schiessbaumwolle ergab auf den Gruben bei Ibbenbüren im Allgemeinen befriedigende Resultate, wogegen man auf den Freieslebenschächten bei Eisleben, so wie am Rammelsberge bei Goslar, im Revier Silbernaal bei Grund am Harz, zu Zaukeroda in Sachsen, mit dieser Schiess-

— Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1873. S. 410. — Zeitschr. des Vereins deutsch. Ingen. Bd. 19. S. 47.

[298]) Glückauf. Essen 1877. No. 50; 1878. No. 18. 23. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1877. S. 387. 1878. S. 117. — Dingler polyt. Journal. Bd. 228. S. 284. — Wochenschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin 1878. S. 210. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1878. S. 220. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 28B. S. 243 (wo das Produkt fälschlich Lignose genannt ist!).

[299]) Annalen für Gewerbe und Bauwesen. Berlin 1878. S. 146.

[300]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26A. S. 51. — Glückauf. Essen 1878. No. 82.

baumwolle geringere Effecte, als mit Dynamit erzielt hat. In Westfalen will man sogar beobachtet haben, dass die Verbrennungsproducte derselben dem Arbeiter geradezu schädlich sind und hält deshalb den Gebrauch der Schiessbaumwolle in Gruben für ausgeschlossen[300a]). Aehnlich verschieden lauten die Urtheile über die von Petry und Fallenstein zu Düren fabricirte nitrirte Baumwolle[300b]). In der Fabrik zu Kruppamühl wird für bergmännische Zwecke ein Sprengmittel unter dem Namen Lignose hergestellt, dessen organischer Träger Holz in fein vertheiltem Zustande ist, welches in gleicher Weise, wie die Baumwolle, mit dem Säuregemisch behandelt wird. Dasselbe ist bereits in grösseren Partien auf oberschlesischen Gruben, wie es aber scheint mit verschiedenem Erfolge, zur Anwendung gelangt[301]). Nach fortgesetzten Versuchen auf der Grube ver. Mathilde in Oberschlesien soll die Gefährlichkeit der Schiessarbeit eine weniger grosse sein, als bei Schwarzpulver, auch sollen die entstehenden Gase weniger belästigen. Die Empfindlichkeit der Lignose gegen Nässe haben die Fabrikanten durch starke Comprimirung der Patronen und durch Eintauchen derselben in flüssiges Stearin mit Erfolg zu beseitigen gesucht, so dass derartige Patronen unter Wasserbesatz durch Zündhütchen zur Explosion gebracht werden. Uebrigens kann gar nicht oder wenig comprimirte Lignose durch einfachen Zündhalm explodirt werden. Man hat es durch den Grad der Comprimirung in der Hand, die Wirkung der Lignose, namentlich auch bei Anwendung in der Kohle in Bezug auf den Stückkohlenfall, zu steigern oder zu schwächen[302]).

Eine neue Art Schiessbaumwolle soll dargestellt werden durch Eintauchen der Baumwolle während 15 Minuten in eine gesättigte Lösung von chlorsaurem Kali, doch sind Erfahrungen über die Anwendbarkeit dieses Präparats nicht bekannt geworden. — Unter dem Namen Gadoxylin stellt Davenport in Wolwerhampton eine neue Schiessbaumwolle dar, deren Zusammensetzung aber nicht angegeben ist[303]).

Die Verarbeitung der Schiessbaumwolle zu Papier ist durch Prentice in England weiter ausgebildet worden, wodurch die Gefährlichkeit bei der Verwendung als Sprengmittel mehr beseitigt ist, indem das Schiessbaumwollenpapier bei der Handhabung weniger leicht entzündlich ist, als Schiessbaumwolle[304]), wenigstens nach früherer Darstellungsweise.

[300a]) Ebenda. Bd. 29 B. S. 246. — Dingler polyt. Journal. Bd. 238. S. 330. — Glückauf. Essen 1882. No. 11. — Berg- u. hüttenm. Zeitg. Leipzig 1882. S. 105. — Georgi in Jahrb. f. das B.- u. H.-Wesen. Freiberg 1882. S. 139.

[300b]) Glückauf. Essen 1882. No. 13. — Berg- u. hüttenm. Zeitung. Leipzig 1882. S. 105. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 31 B. S. 190.

[301]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 24 B. S. 149. — Boeckmann a. a. O. S. 330.

[302]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26 B. 370.

[303]) The Mechanics' Magazine. London. Vol. 95. p. 297.

[304]) Dingler. Bd. 190. S. 253. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 435.

5. Schiesspapier.

Das Schiesspapier[305]) wird bereitet, indem man Papier mit einer Mischung von 9 pCt. chlorsaurem Kali, $4^1/_2$ pCt. Salpeter, $3^1/_4$ pCt. Ferrocyankalium, $3^1/_4$ pCt. gepulverter Holzkohle, $^5/_{100}$ pCt. Stärke, $^6/_{100}$ pCt. chromsaurem Kali und 80 pCt. Wasser, welches etwa eine Stunde lang gekocht hat, imprägnirt. Die Mischnng ist durchaus gefahrlos und das mit ihr imprägnirte Papier kann selbst im getrockneten Zustande weder durch Stoss und Schlag, noch durch eine Temperatur, welche unter dem Verbrennungspunkte liegt, zum Explodiren gebracht werden. So lange das Papier nass ist, wird es zu Rollen aufgewickelt, bei einer Temperatur von 100 Grad Celsius getrocknet und demnächst zu Patronen geschnitten, welche durch einen Ueberzug von in Essigsäure aufgelöstem Xyloidin vor Feuchtigkeit geschützt werden. Die mit dem Präparat angestellten Versuche sollen ein sehr günstiges Resultat geliefert haben. Noch andere Mischungen zur Imprägnirung des Papiers werden mitgetheilt, doch ist ein praktischer Gebrauch davon nicht gemacht worden.

6. Sprenggelatine und Gelatinedynamit.

Nobel hat zwei neue Sprengstoffe dargestellt, welche er Sprenggelatine und Gelatinedynamit[306]) nennt, und welche geeignet sein sollen, alle anderen Sprengstoffe, auch das Dynamit, zu verdrängen, indem sie dessen vorzügliche Eigenschaften besitzen, ohne dass ihnen seine schädlichen ankleben. Die Sprenggelatine besteht aus 90 bis 93 Theilen Nitroglycerin und 10 bis 7 Theilen nitrirter Baumwolle und ist ein gummiartiger Körper von gelber bernsteinartiger Farbe. Das Gelatinedynamit besteht aus halbgelatinirtem Nitroglycerin und aus an sich unexplodirbaren, aber durch die Explosion des Nitroglycerins vergasbaren Körpern (Kampher?) und hat fast dasselbe Aussehen und dieselbe Farbe, wie Kieselguhrdynamit. — Gegen Wasser sind beide Stoffe, ersterer vollständig, der andere längere Zeit, unempfindlich und scheiden, wie der Dynamit es

[305]) Oesterr. Zeitschr. 1866. S. 344.

[306]) Boeckmann a. a. O. S. 334. — Die chemische Industrie von Dr. Jacobsen. Berlin 1880. S. 61. 173. — Dingler polyt. Journal. Bd. 229. S. 396. Bd. 232. S. 484. Bd. 238. S. 331. — Berg- u. hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1878. S. 284. Jhrg. 1879. S. 251. Jhrg. 1880. S. 396. — Glückauf. Essen 1880. No. 44. — Oberschlesische Zeitschrift. Königshütte 1879. S. 242; 1881. S. 78. — Die neuen Sprengstoffe für die Civilindustrie von der Dynamit-Aktiengesellschaft vormals Alfred Nobel & Comp. Hamburg. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 28B. S. 243; Bd. 29B. S. 246; Bd. 31B. S. 191. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien. 1880. S. 525. — Georgi in Jahrb. f. das B.- u. H.-Wesen. Freiberg 1882. S. 140. — The Engineering and Mining Journal. New York. Vol. 33. p. 304. — Handbuch für Minenarbeiter. Hamburg 1882. — Die Sprengstoffe der Dynamit-Aktien-Ges. vorm. Alfred Nobel & Co. Hamburg 1882.

thut, kein Nitroglycerin aus; wenn Sprenggelatine längere Zeit unter Wasser bleibt, erhält sie ein weisses, trübes Aussehen, welches aber beim Trocknen wieder verschwindet. Das Gelatinedynamit verliert nach Aufenthalt von 14 Tagen im Wasser ein Geringes an Kraft. — Beide Sprengstoffe sind gegen Kälte bedeutend unempfindlicher, als Kieselguhrdynamit, sie gefrieren bei einer Temperatur über 0 Grad sehr schwierig und langsam. Die Anwendung gefrorener Ladungen ist, wie beim Dynamit, nicht rathsam, weil man auch hier nie die volle Kraftentwickelung und stets schlechte Gase erhält. Das Aufthauen etwa hart gewordener Patronen muss in dem bekannten Nobel'schen Topf geschehen; zur Verhütung des Hartwerdens müssen auch die neuen Stoffe in warmen Räumen, aber niemals in der Nähe von Oefen, Herden, offenen Feuern, Dampfkesseln u. dgl. m. aufbewahrt werden. — Gegen Reibung, Stoss, Schläge sind beide Stoffe viel unempfindlicher, als Dynamit; ein Zerschneiden derselben ist mit keinerlei Gefahr verbunden. Mit Feuer in Berührung gebracht, brennen sie ruhig ab, Sprenggelatine ohne den geringsten Rückstand, Gelatinedynamit mit ganz geringem weissen schlackenartigen Rückstande, der von dem darin enthaltenen Salpeter herrührt, so dass die Verbrennungsgase viel weniger schädlich sind, als beim Dynamit, wo bis 25 pCt. der Masse in feinen Partikeln fortgeschleudert werden und einen zum Husten reizenden Staub bilden. Die aus beiden Stoffen hergestellten Patronen werden wie die Dynamitpatronen angewendet. Zu ihrer Entzündung dienen besondere von Nobel gelieferte Zündpatronen, oder man fertigt solche aus Gelatinedynamit, nicht aber aus Sprenggelatine, weil dieselbe zu unempfindlich ist und leicht versagt, wenn das Zündhütchen nicht stark genug ist; Nobel empfiehlt deshalb nur sog. double-force-Zündhütchen zu verwenden, weil die Kraft und die Wirkung der Gase desto stärker werden, je grösser der Anfangsimpuls ist. Nach den angestellten Versuchen haben sich folgende Resultate herausgestellt:

1. Die Kraft der Sprenggelatine verhält sich zum Nobel'schen Kieselguhrdynamit wie 3 : 5, zu Dynamiten anderer Fabriken wie 1 : 2.
2. Gelatinedynamit hat eine mehr schiebende, nicht die zermalmende Wirkung des Kieselguhrdynamits, ist aber in der Gesammtleistung dem letzteren gleich.
3. Man kann bei Anwendung von Sprenggelatine mit 3 Bohrlöchern dasselbe leisten, als mit 5 Bohrlöchern bei Kieselguhrdynamit.
4. Die Gase beider Sprengstoffe waren überall gut und belästigten auch unmittelbar nach dem Schuss gar nicht. Die Versuche wurden besonders auf der Friedrichsgrube bei Tarnowitz, Blei-Scharley bei Beuthen in Oberschlesien, Königsgrube daselbst, bei Lugau und Zaukeroda in Sachsen, auf der Grube Fortuna bei Siegen, auf der Grube Friedrich Wilhelm bei Herdorf, auf der Basaltgrube Hubach bei Siegen, auf dem Blei- und Silberbergwerke bei Ems, auf den Gruben Deutscher Kaiser und Helene bei Essen u. a. m. in den ver-

schiedensten Gesteinen und den verschiedensten Punkten des Ortsstosses angestellt und fast überall mit günstigem Erfolg. Es sollen sich die Kosten der Bohrarbeit um 25 bis 30 pCt. verringern und dabei soll eine starke Beschleunigung in dem Fortschreiten der Arbeit eintreten. In Oesterreich und Schweden haben diese Sprengmittel das weit verbreitete Dynamit fast vollständig verdrängt und fast schien es, als ob dies auch in Preussen der Fall sein sollte. Inzwischen aber haben in Magazinen verschiedener Gruben, so in einem unterirdischen Magazin auf der Grube Bastenberg bei Ramsbeck, wie über Tage auf der Grube Rheinpreussen bei Ruhrort und zu Leimbach im Mansfeldischen Explosionen stattgefunden[306a]), für welche man trotz der eingehendsten, auch amtlichen Untersuchung und trotz der sorgfältigsten Prüfung durch den Verein für die berg- und hüttenmännischen Interessen im Aachener Bezirk keine ausreichende Erklärung gefunden hat, so dass man geneigt ist, eine spontane Zersetzung und dadurch bewirkte Explosion der Sprenggelatine vorauszusetzen, obwohl auch diese Voraussetzung durch nichts erwiesen ist; jedenfalls hat dieser Umstand der weiteren Verbreitung des sonst augenscheinlich vortrefflichen Sprengmittels vorläufig Eintrag gethan. Der Fall von Leimbach scheidet aus, weil daselbst Sprenggelatine in unvollkommener Fabrikation zur Verwendung gekommen zu sein scheint. Dagegen wird von Nobel und anderen, namentlich von Münch, die Möglichkeit einer spontanen Zersetzung der Sprenggelatine definitiv bestritten und wird die Explosion auf den Gruben Rheinpreussen und Bastenberg einer künstlichen Erwärmung der Aufbewahrungsräume zugeschrieben, im ersten Fall durch Warmwasserheizung, im andern durch Pferdedünger, welcher den Kisten mit Sprenggelatine und Dynamit zur Unterlage diente und sich allmälig erwärmte. Jedenfalls steht fest, dass nirgends wo anders, trotz des ausgedehnten Gebrauches in Oesterreich und Schweden eine freiwillige Zersetzung der Sprenggelatine stattgefunden hat.

Der österreichische Geniehauptmann Hess hat Versuche angestellt und dazu einen besonderen Apparat construirt, um die chemische Stabilität der verschiedenen Sprengstoffe festzustellen[307]), da von dieser die praktische Brauchbarkeit abhängig ist, indem ein mehr oder weniger rasches Fortschreiten der spontanen Zersetzung bestimmend dafür ist, ob ein Sprengstoff zur Aufbewahrung auf längere Zeit geeignet ist und nicht vielmehr die Gefahr der Explosion in sich trägt. Diese Versuche sind für die Praxis von weittragender Bedeutung und sollten überall für die zu ver-

[306a]) Der Berggeist. Köln 1882. S. 49. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1882. S. 88. 380. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1882. S. 58. 384.

[307]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 28B. S. 176. 243.

wendenden Sprengmittel, namentlich wo bis dahin noch wenig oder gar nicht bekannte Stoffe neu eingeführt werden sollen, vorgenommen werden, wozu Hess die erforderliche Anleitung liefert, auf welche hier nur verwiesen werden kann.

c. Besetzen und Wegthun der Bohrlöcher.

Die hier zu beschreibenden Utensilien und Materialien beziehen sich auf die Anwendung des gewöhnlichen schwarzen Schiesspulvers und dessen Aequivalente, während für die Nitroglycerinpräparate ein besonderes, vorstehend bereits erwähntes Verfahren stattfindet, welches in Nachstehendem noch seine Erläuterung erhalten wird.

1. Patrone.

Für die Gefahrlosigkeit der Schiessarbeit ist die Anwendung der Patronen[308]) unentbehrlich, weil beim Einschütten des losen Pulvers, wo es nach der Stellung und Beschaffenheit der Bohrlöcher überhaupt möglich ist, sehr häufig Unglücksfälle durch unvermuthete Explosion entstehen. Die Patronen bestehen für gewöhnliche Fälle aus geleimtem Papier, sie werden über ein Patronenholz von einem den üblichen Bohrlöchern entsprechenden Durchmesser gerollt und mit Kleister oder Pech der Länge nach und am Boden verklebt, während sie an der anderen Seite offen bleiben. Für nasse Bohrlöcher hat man die Patronen wasserdicht herzustellen, indem man das Papier mit Wachs, Pech oder Leinölfirniss überzieht oder darin tränkt, nach Combes[309]) ist eine Mischung von 8 Theilen Pech, 1 Theil Bienenwachs, 1 Theil Talg empfehlenswerth; in diese Patronen hat man stets den wasserdichten Zünder einzubinden. Auch macht man für nasse Bohrlöcher die Patronen von Leinwand, welche in dichtende Stoffe getränkt ist, selbst von Leder oder Guttapercha; ferner von Zinn- oder verzinntem Eisenblech, wobei man die Patrone wohl sogar mit aufgeschraubtem Deckel, der mit einer Röhre für die Zündschnur versehen ist, verschliesst. Stehen die Bohrlöcher unter Wasser, so muss man eine Röhre von Blech, deren Mündung bis über den Wasserspiegel emporragt, in das Bohrloch hineinbringen, in welche dann erst die Patrone gesteckt wird. Man begreift, welche grosse Vorzüge bei Wasserbohrlöchern die Anwendung von Nitroglycerinpräparaten gewährt, welche ohne alle weiteren Vorkehrungen in gewöhnlichen Patronen bei nassen Bohrlöchern benutzt werden können, doch sollen auch sie niemals anders als in Patronen verwendet werden.

Das Pulver wird in die oben offene Patrone in den gewöhnlichsten Fällen mit der Hand eingefüllt; um immer eine ganz gleichmässige Ladung zu haben, benutzt man wohl auch ein Maass, welches aus einer an einer

[308]) André a. a. O. p. 141.

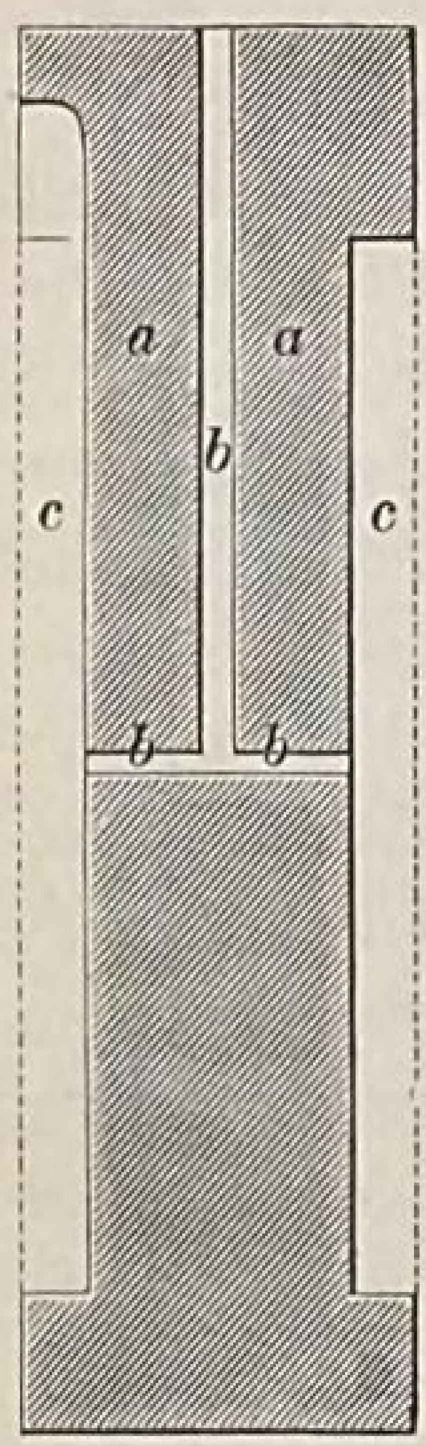
[309]) Combes a. a. O. Bd. 1. S. 247.

Seite geschlossenen Metallröhre besteht. Um verschiedene, genau gemessene Ladungen anzuwenden, benutzt Chenalles[310]) ein Füllrohr, welches aus einer oben und unten offenen kupfernen Röhre besteht, darin ist ein bleierner Kolben mit einer graduirten Stange verschiebbar, so dass man, je nachdem man den Kolben mehr oder weniger einschiebt, verschieden bemessene Ladungen erhält; dieses Instrument ist indess für geübte Hauer ganz entbehrlich.

Die gefüllte Patrone wird durch Zudrücken des Papiers geschlossen, so dass kein Pulver herauslaufen kann; die für nasse Bohrlöcher bestimmten Patronen werden nach Einführung der Zündschnur mit Bindfaden zugebunden.

Kleritj hat sich eine Patrone patentiren lassen, welche eine bedeutende Pulverersparniss bewirken soll. Er benutzt einen gussstählernen Körper a (Fig. 144), welcher mit dem Zündkanal b versehen ist und in die Patrone eingeführt wird; der Ring c wird mit Pulver ausgefüllt, welches $^1/_3$, höchstens $^1/_2$ der sonst die Patrone erfüllenden Pulverquantität ausmacht, so dass $^2/_3$, wenigstens $^1/_2$ für jeden Schuss erspart wird. Nach Ansicht des Patentnehmers sollen nämlich die durch Verbrennung des ringförmigen Pulverkörpers erzeugten Gase genau dieselbe Spannung haben, als wäre eine volle Patrone entzündet worden, und soll die im letzteren Falle gebildete grössere Gasmenge auf das Zerreissen des Kohls ohne Einfluss, vielmehr die anfängliche, in beiden Fällen gleiche Gasspannung maassgebend sein. Die auf der Königsgrube unter Leitung des Erfinders angestellten Versuche haben bisher die behauptete Pulverersparung noch nicht erwiesen. Die Patronen wirkten nicht genügend auf Zerreissung der Kohlenwand, weil sie eben nicht genug Pulver enthielten! Die gussstählernen Patronenkerne gehen übrigens nicht verloren, sondern finden sich meistentheils in den abgerissenen Kohlen- oder Gesteinstücken wieder[311]). Auch die auf anderen Gruben angestellten Versuche haben noch keine befriedigenden oder sicheren Resultate ergeben[312]).

Fig. 144.



Denselben Zweck der Pulverersparung verfolgt die von Bothe auf Gräfin Laura-Grube in Oberschlesien eingeführte Zündhülse[312a]), früher aus Kupferblech, jetzt aus festem Papier gefertigt. Dieselbe ist ein 0,42 Meter

[310]) Combes a. a. O. S. 257.

[311]) Kleritj in berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1872. S. 92. — Glückauf. Essen 1872. No. 14. — Dingler polyt. Journal. Bd. 204. S. 194. —

[312]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20B. S. 357. Bd. 21B. S. 295. Bd. 23B. S. 96.

[312a]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 29B. S. 247.

langer Cylinder, dessen Wandung mit vier Reihen alternirender Löcher versehen ist. Sie wird in die Mitte der leeren Patrone eingeführt und diese alsdann ringsumher mit Pulver gefüllt; beim Besetzen wird die Räumnadel in die Hülse geführt, eben so nach dem Besetzen der Zündhalm oder die Zündschnur. Die Durchlöcherung der Hülse vermittelt die gleichzeitige Entzündung des Pulvers in allen Theilen der Patrone. Es sollen 16 bis 23 pCt. Pulver erspart werden, auch sollen 5 bis 6 pCt. mehr Stückkohlen fallen, was, wenn dies dauernd der Fall sein sollte, darauf zurückzuführen sein möchte, dass durch den freien Raum in der Patrone der erste Impuls der Explosion gemässigt wird und nicht als Stoss, sondern als Druck wirkt.

2. Besatz.

Nachdem die Patrone in das Loch gebracht ist, wird dasselbe mit Besatz gefüllt, wobei namentlich zu Anfang Vorsicht nothwendig ist, weil durch die Compression das Pulver sich entzünden kann. Daher setzt man zunächst auf die Patrone Schiesspfröpfe lose auf, wozu man Cylinder von weichem Holz, 20 bis 26 Millimeter hoch anwendet, dieselben müssen mit einer Spur für die Nadel versehen sein, auch macht man diese Pfropfen von Eisen, was aber unzweckmässig und zu theuer ist; am allergewöhnlichsten und am einfachsten sind Papierpfropfen, seltener Seilknoten, Kälberhaare, Heu, welche aber beim Anbrennen die Wetter verderben; in Sachsen benutzt man angefeuchtetes Waldmoos, welches elastisch ist und gut schliesst; ferner bringt man auch wohl auf die Patrone eine 26 bis 39 Millimeter hohe Sandschicht, die aber den Zündkanal leicht verstopft, besser ist dann weicher Letten.

Auf den Schiesspfropfen bringt man das eigentliche Besatzmaterial. Das beste Material ist quarzfreier Lehm oder Letten, der zu Nudeln (Wolgern) oder zu breiten dünnen Kuchen (Schiesskuchen, Schiessziegel) geformt ist; reiner Thon erhärtet zu sehr, erfordert einen stärkeren Druck beim Besetzen und bindet weniger. Die Erfindung dieses Lettenbesatzes statt des früheren Holzpflocks erfolgte durch C. Zumbe, von Geburt ein Sachse, im Jahre 1687 auf den Bergwerken am Harz[313]). Statt des Lettens benutzt man auch wohl kleingeklopfte Ziegelsteine, weiche Mineralstoffe, wie Schieferthon, Schwerspath, welche aber weniger gut binden und wegen ihrer grösseren Härte leichter zum Funkenreissen Veranlassung geben; versuchsweise wandte man auch gebrannten und mit Wasser angerührten Gyps an. Die älteste Besetzungsweise war die Pflockbesetzung, welche darin bestand, dass an einem Cylinder aus Buchenholz von der Dicke der Bohrlochsweite die Patrone angebunden und mit dem Pflock in das Loch hineingetrieben wurde, der Holzcylinder erhielt eine Nute zur

[313]) Berggeist 1861. S. 256. — O. Hoppe: Beiträge zur Geschichte der Erfindungen.

Bildung des Zündkanals; selbstredend mussten sehr viele Unglücksfälle durch Entzünden des Pulvers hervorgerufen werden. Die Besetzung mit lose eingeschüttetem Sand wurde im Jahre 1805 beim Bau der Strasse über den Simplon angewendet, später auch am Mont Cenis, entscheidende Versuche wurden damit zu Pesey in Savoyen[314]) angestellt, die aber ein negatives Resultat ergaben, weil der Besatz für Pulver nicht fest genug ist und von diesem hinausgeworfen wird, statt dass es auf Losreissung des Gesteins wirkt. Eben so ungünstig ist die Besetzung mit Wasser ausgefallen, weil auch sie für das Pulver zu schwach ist. Für die meisten Nitroglycerinpräparate genügt bei trockenen Bohrlöchern ein loser Sandbesatz, bei Bohrlöchern unter Wasser ist sogar kein weiterer Besatz erforderlich.

Das sogenannte Raumschiessen oder Hohlladen, welches von Baader am Ende des vorigen Jahrhunderts erfunden ist, besteht darin, dass man unter der Patrone einen Luftraum lässt, indem man an das vordere, nach Innen gekehrte Ende der Patrone einen pilz- oder kegelförmigen Pfropfen anbringt; es wurde von Norwegen her durch Hausmann auf dem Harz eingeführt, wo es indess jetzt nicht mehr üblich ist, und soll eine Ersparung von ein Viertel Pulver gegeben haben; es ist nicht erwähnt, ob die Bohrlöcher um die Höhe des Pfropfens tiefer gebohrt werden müssen, was wahrscheinlich ist, wodurch aber die Ersparniss an Pulver wieder aufgehoben wird. Combes[315]) erklärt die grössere Wirkung dadurch, dass die Gase den Luftraum erfüllen, deshalb weniger plötzlich wirken, so dass alles Pulver verbrennen kann und nicht zum Loche herausgeschlagen wird. Im Salzburgischen bringt man zu gleichem Zwecke über die Patrone kegelförmige oder doppelt T förmige Windpfropfen an, welche indess die Besatzsäule verkürzen und deshalb unvortheilhaft sind. Für Dynamit wird von Nobel sogar im Gegentheil als Bedingung einer guten Wirkung angegeben, dass die Sprengmasse das Bohrloch dicht auszufüllen habe. Um eine grössere Ladung einbringen zu können, hat man wohl mit Flügelbohrer unten die Bohrlöcher erweitert, wie dies von Trouillet vorgeschlagen wird, welcher dazu besondere Apparate angegeben hat[316]). Zu diesem Zweck goss Courbebaisse beim Bohren in Kalkstein Salzsäure in die Löcher, welche er acht Tage lang einwirken liess; ein ähnliches Verfahren wendet man auch in Carrara an.

Gurlt empfiehlt, namentlich beim Schiessen in schlagenden Wettern, das Hohlladen, um eine Expansion der Explosionsgase zu gestatten und dadurch deren Abkühlung herbeizuführen, so dass eine Entzündung der schlagenden Wetter unwahrscheinlich wird, wenn durch die Expansion die Temperatur der Gase unter 800 bis 900 Grad Celsius heruntergezogen

[314]) Combes a. a. O. S. 264.

[315]) Ebenda S. 266.

[316]) Soulié et Lacour a. a. O. p. 29.

wird, bei welcher sich die schlagenden Wetter entzünden; da die Temperatur der Gase des Sprengpulvers im geschlossenen Raum auf 2000 Grad Celsius anzunehmen ist, werden die Gase sich zum dreifachen Raum expandiren müssen, um sich weit genug abzukühlen. Durch diese Abkühlung wird aber auch die Sprengwirkung heruntergezogen und daher diese Methode nur da anzuwenden sein, wo es nicht auf ein Zertrümmern, sondern nur auf ein Zerreissen ankommt, also in der Steinkohle[316a]). Die in Folge dieser Anregung auf den Saarbrücker Gruben angestellten Versuche haben nicht ergeben, dass die Schüsse mit Hohlladung eine bessere Wirkung hervorbringen, als solche ohne dieselbe; dass das Expansionsschiessen eine Sicherung gegen Entzündung der schlagenden Wetter bietet, hat der Gefährlichkeit des Versuchs wegen nicht constatirt werden können, doch wurde Putzwolle, welche mit Petroleum getränkt und vor die Brust des Bohrlochs gelegt war, gerade durch einen Expansionsschuss entzündet[316b]).

3. Zündung.[317])

Um die Zündung einzubringen, wird mit Hilfe der Schiessnadel im Besatz ein Zündkanal gebildet. In diesen Kanal füllte man bei der Pflockbesetzung, wo der Pflock selbst den Kanal enthielt, später auch bei der Lettenbesetzung loses Pulver ein; jetzt wendet man allgemein Zünder an. Dies sind Röhrchen aus Schilf, Hollunder, Haselnuss, jetzt nur Halmstengel, welche mit feinkörnigem Jagdpulver gefüllt werden, da sich dasselbe schnell entzündet und stark schlägt. Bis zur Einführung der Sicherheitszünder steckte man in England Papierhütchen oder Federkiele in einander, die dann gleichfalls mit Pulver gefüllt wurden. Auf der Königin Luise-Grube in Oberschlesien hat man versuchsweise eiserne Zündröhrchen von 1,2 Meter Länge und 1 Centimeter äusseren Durchmesser nach amerikanischem Muster angewendet, indem man dadurch gleichzeitig die Räumnadel zur Bildung eines Zündkanals und ein besonderes Zündröhrchen erübrigt. Die eisernen Röhrchen werden beim Abthun des Schusses herausgeschleudert und sollen nach den bisherigen Erfahrungen wenig leiden, da etwaige Verbiegungen leicht beseitigt werden können. Auf den preussischen Gruben steht der allgemeinen Anwendung das polizeiliche Verbot eiserner Räumnadeln entgegen.

Ferner hat man Raketen von Papier oder Schilf, welche inwendig mit Pulverbrei ausgeschmiert und nur in die Mündung des Kanals gesteckt werden, indem sie die Zündung durch den Kanal auf das Pulver fortpflanzen; ebenso Zündruthen, Holzsplitter, Schilf, Binsen, welche aufgespalten sind und äusserlich mit Pulverbrei und etwas Gummiwasser bestrichen

[316a]) Der Berggeist. Köln 1880. No. 99. 101. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1881. S. 119.

[316b]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 31B. S. 97. 191.

[317]) André a. a. O. p. 204.

werden. Zündschnüre sind ähnlich behandelte wollene oder baumwollene Fäden, welche in den Zündkanal hineingelegt werden.

Die Sicherheitszünder[318]) wurden 1831 von Bickford in Cornwall erfunden, er hatte ursprünglich zwei Sorten: safety fusees und sump fusees, jetzt auch wohl drei Sorten für trockene, feuchte und ganz nasse Arbeit. Es sind dünne Schläuche, welche mit einer Zündmasse gefüllt und je nach der Feuchtigkeit des Bohrlochs wasserdicht gemacht sind; sie haben grosse Vortheile bei nassen Bohrlöchern, machen bei jeder Anwendung die Schiessnadel entbehrlich[319]), haben aber den Nachtheil, dass sie die Kosten erhöhen, die Wetter verschlechtern und dass die Umhüllung nachglimmt. Nach Dr. Hartig soll die Bickford'sche Zündschnur mit einer Geschwindigkeit von 0,010 Meter in der Sekunde abbrennen[320]), so dass man also für jeden einzelnen Fall die nöthige Länge der Zündschnur ermitteln kann. Neue Sicherheitszünder werden von Gomez, William Mills & Comp. gefertigt; schmale Streifen Papier werden mit einer Lösung von gleichen Theilen chlorsaurem Kali und Blei-Ferrocyanür in Weingeist bestrichen und in eine Hülle aus einem faserigen Stoff, der in Harz oder Pech getränkt ist, gebracht; 0,13 Gramm des Gemisches reichen für einen Zünder von 0,30 Meter Länge aus; geringe Feuchtigkeit schadet nichts. Sie pflanzen die Entzündung ausserordentlich schnell fort, wobei die Umhüllung nicht mitbrennt. Der österreichische Geniehauptmann Ržiha[321]) hat eine Zündschnur angegeben, welche sich vor der Bickford'schen mancher Vorzüge erfreut. Zunächst hinterlässt sie keinen unangenehmen, die Arbeiter belästigendeu Geruch; dann ist sie zum Einbringen in das Bohrloch bei genügender Steifigkeit biegsam und compendiös genug, um von dem Hauer in Knäuel aufgewickelt in der Kleidung vor Ort getragen zu werden, während die Bickford'sche Schnur, da ein solcher Transport nicht möglich ist, der feuchten Grubenluft ausgesetzt werden muss; die Einfüllungsmethode der Zündmasse ist vollkommener als bei Bickford, so dass eine Stockung der Entzündung durch mangelhafte Füllung nicht vorkommt; die Hülle verbrennt nicht. Die Schnur brennt langsam, 0,016 Meter in einer Sekunde, verträgt die gewöhnliche Grubenfeuchtigkeit und brennt unter Wasser, jedoch ist zur vollkommenen Wasserdichtigkeit ein Ueberzug von Kautschuk, welcher zuvor in Schwefelkohlenstoff aufgelöst ist, nothwendig. Dieselbe hat eine ausgebreitete Anwendung beim Grubenbetriebe bisher nicht gewonnen, weil sie um die Hälfte theurer ist, als die Bickford'sche Schnur, auch brennt sie ohne Feuererscheinung und Geräusch ab, so dass der Arbeiter den Verlauf des Abbrennens nicht verfolgen kann, was als ein Nachtheil angesehen

[318]) Soulié et Lacour a. a. O. p. 35.

[319]) Huyssen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 2B. S. 30.

[320]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1872. S. 442.

[321]) Ržiha: geruchlose Zündschnur in Dingler polyt. Journal. Bd. 170. S. 74. — Berggeist 1863. S. 96. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1863. S. 70.

werden muss[322]). Im Mansfeldischen hat man die Beobachtung gemacht, dass beim Brechen der Schnur das feine lose Pulver der Seele sehr leicht heraus fällt, dass die Schnur sich schwer entzündet und nicht sicher durchbrennt und viele Schüsse versagen, so dass man von der Anwendung der Ržiha'schen Zündschnur zurückgekommen ist[323]). — Auf der Ausstellung in Wien waren Zündschnüre verschiedener englischer, sächsicher und österreichischer Fabriken ausgestellt, theilweise mit besonders präparirten, angeblich geruchlosen Ueberzügen[324]). Noch jetzt werden die Bestrebungen fortgesetzt, verschiedene Sicherheitszünder zu erfinden, was sich durch zahlreiche Reichspatente documentirt[325]).

Denselben Zweck, wie die Zündschnur von Ržiha, verfolgt der Britanniasicherheitszünder von Whitehorn[326]), welcher in der Mitte einen Kern aus einer Anzahl in Salpeterlösung getauchter Garnfäden enthält, dieselben sind um eine fortlaufende Pulverseele gedreht; die Oberfläche des Kerns wird mit Pech oder Theer überzogen und mit Papier- oder Filzstreifen bedeckt. Diese Streifen werden so breit geschnitten, dass sie genau den halben Umkreis des Zünders umschliessen, und nach dem Aufkleben je zweier Streifen ein Röhrchen mit zwei einander gegenüberliegenden Schlitzen bilden. Kern und Hülle werden mit einem oder mehreren Streifen von Kattun umwunden, wodurch sie zusammengehalten werden. Durch ein Bad von Pech oder Theer werden die Zünder wasserdicht gemacht und schliesslich durch einen Ueberzug von Gyps zum Verkauf fertig gestellt. Der Vortheil besteht in der ununterbrochenen Pulverseele, in der völligen, gegen die Einflüsse der Wärme und Feuchtigkeit schützenden Dichtheit des Ueberzuges und in der Billigkeit des Materials und der Anfertigung; es scheint aber, als ob die Verbrennungsprodukte einer ausgedehnten Anwendung dieser Zünder nicht günstig sind.

Die Verbindung der Zündschnur mit einem Kupferhütchen, welches mit Knallsatz gefüllt ist, wie sie von Nobel beim Dynamit und in England bei der Schiessbaumwolle[327]) angewendet und gehandhabt wird, ist bereits oben S. 294 erwähnt worden. Es muss hier aber nochmals darauf hingewiesen werden, dass der Anschluss des Zündhütchens an die Zündschnur, jede Verschiebung des ersteren ausschliessend, hergestellt werden muss, weil von der wirklichen Detonation des Hütchens die ganze Wirkung des Schusses abhängt, sie ist von erheblichster Wichtigkeit, weil sonst die ganze Arbeit

[322]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 16B. S. 333.

[323]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20B. S. 357.

[324]) Amtlicher Bericht der Generalcommission des deutschen Reichs über die Wiener Weltausstellung i. J. 1873. Bd. 1. S. 39. — Officieller Ausstellungsbericht der österr. Generaldirektion. Wien 1873. Dr. Gintl: die Zündwaaren u. Explosivstoffe. S. 31.

[325]) Dingler polyt. Journal. Bd. 230. S. 188. Bd. 232. S. 484.

[326]) Dingler polyt. Journal. Augsburg 1867. Bd. 186. S. 305.

[327]) The Mechanics' Magazine. Bd. 90. S. 240.

des Bohrens und die Verwendung des theuren Sprengmaterials vergebliche sind, da wie oben gezeigt, das Wiederaufbohren versagt habender Schüsse unzulässig ist; jedenfalls muss eine neue Schlagpatrone hergestellt werden, um die Explosion der Ladung von Neuem zu versuchen, wodurch aber wiederum Zeit und Material verloren geht. Die richtige Herstellung der Schlagpatrone mit Kupferhütchen und Zünder ist um so wichtiger, als nach den Untersuchungen von Abel[328]) und den Erfahrungen der Praxis[329]) ein grosser Theil der Sprengmittel überhaupt nur durch solche Schlagpatronen zur Explosion gebracht werden können, während anderen, wie selbst dem schwarzen Pulver eine bessere Explosionswirkung dadurch beigebracht werden kann. Als Knallsatz für die Kupferhütchen wird wohl überall Knallquecksilber angewendet, welches aber für die verschiedenen Sprengmittel in grösserer oder geringerer Menge in die Hütchen gebracht wird[330]). Für gefrornes Dynamit, wenn es überhaupt zur Ladung gelangt oder wenn das Dynamit während der Ladung hart werden sollte, muss man besondere Schlagpatronen mit verstärktem Knallsatz in den Zündhütchen verwenden, Mahler räth, auch als Füllung der Schlagpatrone in diesem Falle nur den von Trauzl angegebenen Cellulosedynamit zu benutzen[331]). Wittenberg in Duisburg hat Dynamitsprenghütchen patentirt erhalten, welche aus zwei ineinander geschobenen Kupferkapseln bestehen, so dass deren Wirkung eine unfehlbarere sein soll[332]).

Andere Zündungsmethoden, wie die beschriebenen, sind:

Die durch Percussion, welche indess beim Bergbau wenig oder gar nicht gebräuchlich ist. Es wird eine Zündpille von chlorsaurem Kali oder Knallquecksilber oder Knallsilber vor das Loch gebracht und diese durch ein auffallendes Gewicht oder einen Hammer zur Detonation und dadurch das Pulver im Loche zur Entzündung veranlasst.

Die elektrische Zündung[333]) wurde früher am häufigsten durch einen galvanischen Strom, seltener durch Reibungselektricität bewirkt, jetzt ist es umgekehrt; auch wandte man sie früher in der Grube selten an, häufiger beim Minensprengen im Kriege oder beim Sprengen grosser Felsmassen, doch wird jetzt der Gebrauch in der Grube mehr empfohlen und häufiger. Man ist der Ansicht, dass das gleichzeitige Wegthun mehrerer

[328]) Dingler polyt. Journal. Bd. 213. S. 145. 314. 427. Bd. 212. S. 327. 337.

[329]) Mahler: die moderne Sprengtechnik. Wien 1873. S. 9. 13; Wien 1875. S. 34.

[330]) Dr. E. v. Meyer: die Explosivkörper. Braunschweig 1874. S. 82. 88. — Dr. Gintl a. a. O. S. 31.

[331]) Mahler a. a. O.

[332]) Dingler polyt. Journal. Bd. 230. S. 188.

[333]) André a. a. O. p. 208. — Annales des mines. Paris. 7. série. t. 16. p. 243. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingen. Bd. 26. S. 555. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1882. S. 682. — Berg- u. hüttenm. Zeitung. Leipzig 1882. S. 270. — Handbuch für Minenarbeiter. Hamburg 1882.

Schüsse den Effect auf das Reissen und Heben der Gebirgsmassen vermehrt[334]), obwohl andererseits nicht zu verkennen ist, dass jedes einzeln wegzuthuende Bohrloch dem augenblicklichen Stand des Ortsstosses besser angepasst werden kann; dagegen ist es als ein grosser Vorzug anzuerkennen, dass nicht zum Wegthun jedes einzelnen Schusses die Arbeit unterbrochen werden muss, sondern nur nach Niederbringung und Ladung sämmtlicher Bohrlöcher einmal zu erfolgen hat. Als Beispiel der Benutzung des galvanischen Stroms ist schon aus früherer Zeit ein Abteufen auf der Steinkohlengrube zu Abercarn bei Newport in der Grafschaft Monmouthshire[335]) anzuführen. Man wandte hier zwei Grove'sche Batterieen, jede zu 6 Elementen aus Zink und Platin an, von den Batterieen gingen zwei mit Guttapercha umwickelte Kupferdrähte, welche als Hauptleitungen den Strom zu den Bohrlöchern in der Sohle des Schachtes führten. Ueber dem Pulver in den Bohrlöchern wurde eine 20 Millimeter lange Hülse von Hollunderholz eingelegt, welche zur Aufnahme der eigentlichen Zündungsdrähte diente, auch diese Drähte von Kupfer waren mit Guttapercha umwickelt und blieben nur an den Enden frei, wo sie ausserdem durch einen ganz dünnen Platindraht verbunden wurden; zum Auseinanderhalten der Drähte in der Hülse wurde ein Holzkeil zwischen sie geschoben und zur Befestigung die Hülse mit Mennige ausgedichtet. Den unteren Theil der Hülse füllte man mit Jagdpulver, so dass die freien Drahtenden mit dem Platindraht in dasselbe eintauchten. Die so gefüllte Hülse brachte man auf das Pulver in die Bohrlöcher, die Zündungsdrähte mussten so lang sein, dass sie aus den Löchern hervorragten; darauf brachte man Besatz in gewöhnlicher Weise an. Der eine Zündungsdraht des einen Bohrlochs wurde mit einem des nächsten Bohrlochs verbunden, in den beiden äussersten Bohrlöchern liess man je einen Draht lose, der dann mit je einem Leitungsdraht verbunden wurde. Sobald die Arbeit auf der Sohle vollendet und alle Arbeiter den Platz geräumt hatten, wurde im Zimmer des Beamten, wo die Batterie stand, die Leitung geschlossen, wodurch sämmtliche Schüsse zu gleicher Zeit sich entluden. Die Leitungsdrähte wurden meistentheils in jedem Falle bis zur Unbrauchbarkeit verletzt, so dass diese Methode kostspielig wurde, indem die Zündung für jedes Bohrloch 20 bis 30 Pf. kostete.

Im Oesterreichischen Kriegswesen, wo das Bedürfniss gleichzeitiger Sprengung an verschiedenen Punkten, sowie der Entzündung aus grosser Entfernung auf die Anwendung der elektrischeu Zündung hinführte, wendet man nach den Mittheilungen des Oberstlieutenant Baron Ebener[336]) Elektrisirmaschinen an, deren Scheiben aus hartem, mit Schellack über-

[334]) Dingler polyt. Journal. Bd. 225. S. 507.

[335]) Busse: Notizen über den Steinkohlenbergbau Englands in Zeitschr. f. B., H.- u. S.-Wesen. Bd. 6B. S. 115.

[336]) Jahrb. des schles. Vereins f. B.- u. H.-Wesen. 1861. Bd. 3. Beiblatt S. 81. — Dr. E. v. Meyer a. a. O. S. 113.

zogenem Kautschuk, deren Reibzeug aus Lederlappen, mit einem Amalgam aus Zinn, Zink und Quecksilber bestrichen, bestehen; da es nur darauf ankommt den Condensator für kurze Zeit stark zu laden, ist eine vollkommene Isolirung nicht nöthig und deshalb sind gläserne Bestandtheile vermieden. Die Elektricität wird von der Scheibe aus durch eine Spitze dem Condensator zugeführt, welcher aus weichem, vulkanisirtem Kautschuk besteht und in einem Kästchen unterhalb des Apparats liegt. Das Ganze ist mit einem Ueberzuge von Leder mit Blechdach versehen und bleibt auch während des Gebrauchs bedeckt, indem aus der Hülle zwei mit dem Condensator verbundene Knöpfe hervorragen, an welche die Leitungen angebracht werden. Diese werden entweder durch die Luft geführt oder in die Erde gelegt und bestehen aus Messingdraht; im letzteren Falle wendet man auch wohl nur einen Draht an und lässt, wie beim Telegraphen, die Erde die Rückleitung bilden. Die Zünder werden aus Guttapercha gebildet und mit einem Gemenge von Schwefelantimon und chlorsaurem Kali als Zündmasse gefüllt.

Für den Grubengebrauch hat Bornhardt[337]) in Braunschweig eine Elektrisirmaschine construirt. Bei derselben besteht die Scheibe gleichfalls aus gehärtetem Kautschuk, das Reibzeug aber aus präparirtem Pelzwerk; das Ganze mit dem Condensator befindet sich in einem Blechkasten von 400 Millimeter Länge, 200 Millimeter Breite, 300 Millimeter Höhe, dessen Deckel luftdicht abschliesst, der Blechkasten steht in einem Holzkasten, der mit Handhaben und Schulterriemen versehen ist. Die Reibungsscheibe, 250 Millimeter im Durchmesser, ist auf einer eisernen Achse befestigt, welche durch Stopfbüchsen in die Kastenwandungen tritt, so dass darin die Kurbel, ohne eine Oeffnung nothwendig zu machen, eingreift und nur ein seltenes Oeffnen des Kastens Behufs der Reinigung nothwendig wird. Der Saugarm, die Leidener Verstärkungsflache, der von Aussen durch einen Schlüssel zu bewegende Entlader haben eine eigenthümliche Einrichtung; der mit der innern Belegung der Flasche verbundene Leiter ist durch ein Stück gehärteten Kautschuks geführt, welches einen Theil der Wandung des Blechkastens bildet. Bei 8 Umdrehungen liefert dieser Apparat 13 Millimeter, bei 25 Umdrehungen 26 Millimeter lange Funken. Die Leitung aus Kupferdraht braucht nicht besonders isolirt zu werden, man kann sie ohne Weiteres auf nasses Gestein legen und dennoch auf 100 Meter Entfernung mehrere Ladungen zu gleicher Zeit zünden; auf 15 Meter Entfernung hat man sogar die Leitung in Schnee gelegt und 10 Zündpatronen gleichzeitig gezündet; dünne Drähte kann man auf mehrere Meter ohne Nachtheil für die Sprengung ins Wasser legen, so dass man den Apparat bei Sprengungen unter Wasser sehr wohl benutzen kann.

[337]) Bornhardt: Elektrisirmaschine zu Sprengungszwecken in der allg. berg- u. hüttenm. Zeitg. von Dr. Hartmann. Quedlinburg 1863. S. 326. — Dr. E. v. Meyer a. a. O. S. 113.

Man hatte mit einem Apparat 14 Tage lang in einem feuchten Keller operirt, ohne dass dessen Intensität beeinflusst worden wäre. Ein vollständiger Apparat kostet 150 Mark. Auf Gruben bei Achen ist diese Maschine in Benutzung genommen und hat sich gut bewährt[338]); ganz besonders aber wird sie von Mahler[339]) in Wien empfohlen. Die Maschine ist in Fig. 145. 146. dargestellt. Die Hartgummischeibe F wird durch Drehung mittelst der Kurbel zwischen dem Pelzwerk R gerieben; die hierdurch erzeugte Elektricität einerseits durch den Saugapparat J von der inneren Staniolbelegung des Flaschencondensators H, andererseits von der

Fig. 145.

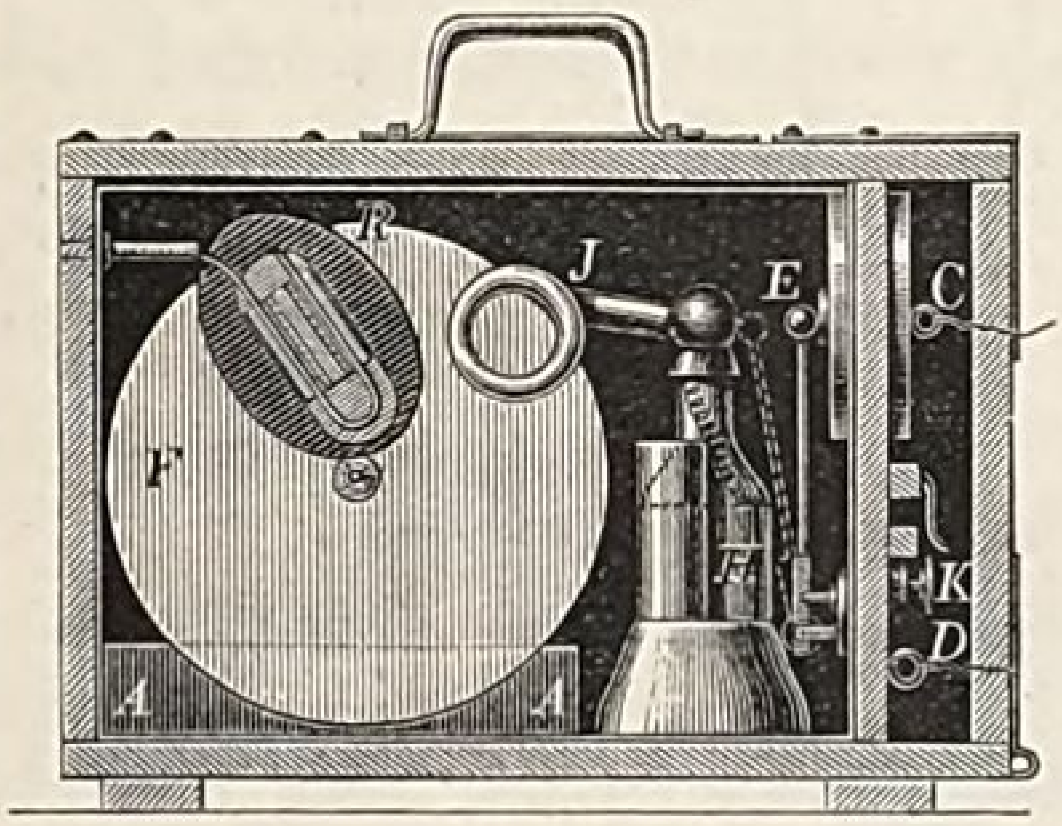
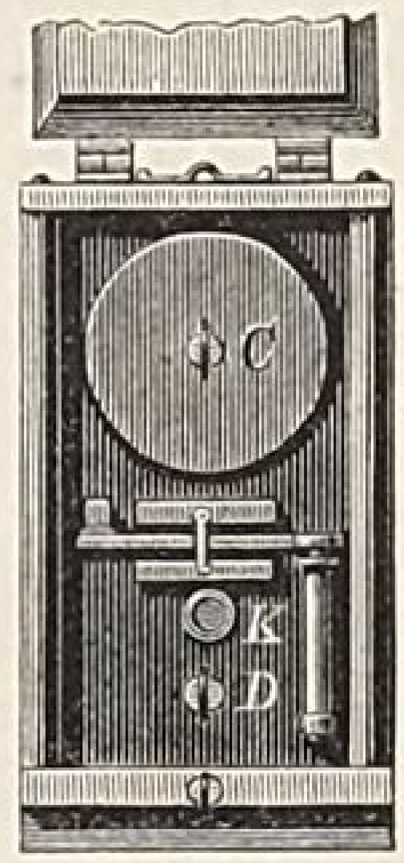


Fig. 146.



äusseren Belegung aufgenommen, welche mit der Oese D in Verbindung steht; zur Entladung des Condensators H dient der Entlader E, welcher durch einen Druck auf den Knopf K mit dem Condensator in Berührung tritt (in der punktirten Lage der Zeichnung) und mit der Oese C verbunden wird. Sind in die Oesen C und D die Enden eines isolirten Drahtes eingehängt und in diese ein oder mehrere elektrische Zünder eingeschaltet, so wird die Entzündung der letzteren erfolgen, sobald man auf den Knopf K drückt. Als Zünder wird zu dieser Maschine von Mahler der Geitner'sche empfohlen, welcher aus dem Körper a, Fig. 147, besteht, in denselben ist der Leitungsdraht 1. 2. 3. eingeklemmt, welcher bei 2 fein durchschnitten ist; der Zünderkörper ist mit der Papierhülse m umgeben, in welche ein Kupferhütchen k mit Knallsalz eingebracht wird, zwischen dem Kupferhütchen und dem Zünderkörper ist der hohle Raum mit einem Gemenge von chlorsaurem Kali und Schwefelantimon ausgefüllt, um die durch den elektrischen Funken hervorgerufene Entzündung auf das Zündhütchen zu verpflanzen und die Detonation und mit dieser die Explosion der Ladung zu bewirken. Auf der Ausstellung in Wien hatte Mahler eine grössere Reihe von Zündmaschinen ausgestellt und in neuester Zeit eine Maschine

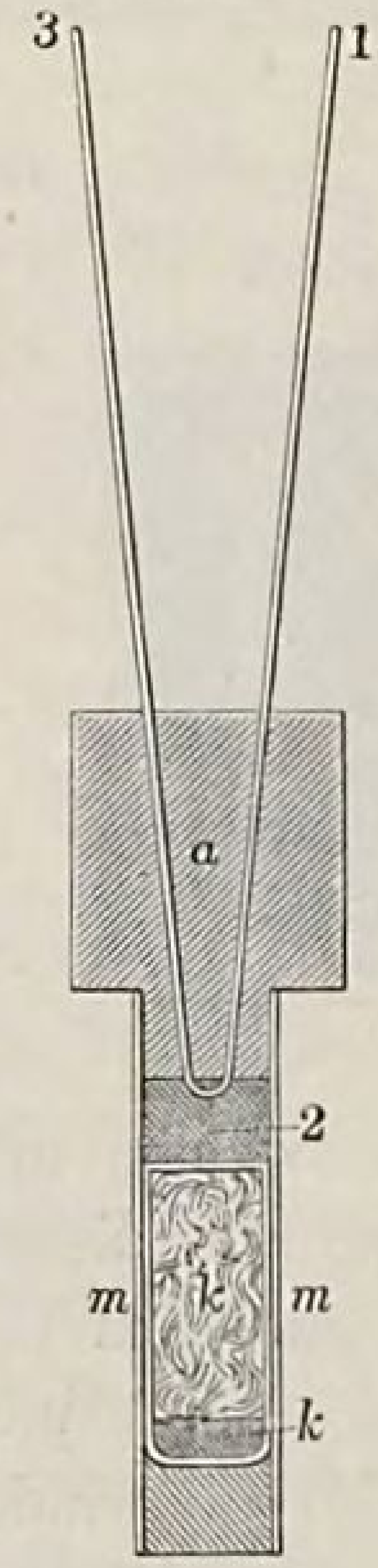
338) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 21B. S. 296.

339) Mahler: die moderne Sprengtechnik. Wien 1873. S. 39. Wien 1875. S. 49. — Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins in Kärnthen. Klagenfurt 1874. S. 331.

von Elsner nach der Königsgrube in Oberschlesien geliefert, wo man anfänglich nicht günstige[340]), später ganz zufrieden stellende Resultate erzielt hat, so auch auf der Fuchsgrube in Niederschlesien.

Versuche mit einer Elektrisirmaschine, deren nähere Construktion nicht angegeben ist, wurden im Jahre 1863 vom Modellmeister Schumann in Freiberg[341]) angestellt; die Maschine befand sich in einem leicht transportablen Kasten und kostete nur 24 Mark. Bei 9 Versuchen wurden im

Fig. 147.



Ganzen 95 Bohrlöcher weggethan, doch bedurfte man hierzu, wegen theilweise nothwendiger Wiederholung 124 Zünder; im Ganzen beliefen sich die Ausgaben für die Zündung auf 1,30 Mark, also für jedes Bohrloch auf 1,05 Pf.

In neuerer Zeit hat sich der Ingenieur F. Abegg[342]), früher zu Emmendingen im Grossherzogthum Baden, zur Zeit in Bistritz bei Klattau in Böhmen, mit der Anwendung der Elektrisirmaschine vielfach beschäftigt. Die Elektricität wird durch Reibung einer besonders präparirten

[340]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 23 B. S. 96. — Ebenda. Bd. 24 B. S. 150.

[341]) Jahrb. f. d. Berg- u. Hüttenmann. a. d. J. 1865. Freiberg. S. 68. — Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1866. S. 321.

[342]) Abegg: Elektrische Zündvorrichtung in berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1866. S. 217. — Derselbe: Die Anwendung der elektrischen Zündung beim Gesteinsprengen, in Berggeist 1867. S. 42. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin 1872. Bd. 16. S. 594. — Zeitschr. f. B.-, H. u. S.-Wesen. Bd. 23 B. S. 96.

Gummischeibe an acht Pelzreibzeugen hervorgerufen und in einem Gummicondensator von 1,182 Quadratmeter Oberfläche angesammelt; der grosse Condensator macht es möglich, einen Funken von geringerer Spannung zu benutzen, so dass sämmtliche Halbleiter als Isolatoren betrachtet werden können. Die Maschine ist in einem luftdichten, 235 Millimeter langen und breiten, 105 Millimeter hohen Kasten eingeschlossen und wiegt mit Lederüberzug 14 Pfund; die Feuchtigkeit übt keinen Einfluss, nur die Reibzeuge bedürfen von Zeit zu Zeit der Erneuerung. An dem Kasten sind zwei Ringe vorhanden, welche mit der Maschine in Verbindung stehen und in welche die Hauptleitungen eingehängt werden; der eine Ring, welcher durch ein Gummiröhrchen in das Innere des Kästens führt, kann verschieden weit herausgezogen werden, je nach der grösseren Anzahl der zu sprengenden Löcher wird er ganz herausgezogen; auf diese Weise kann man im Freien 30, in der Grube 15 Löcher gleichzeitig entladen. Als Leitung dient blanker geglühter Eisendraht, 2 bis $2^1/_2$ Millimeter dick, welcher auf Isolirrollen von hartem, in Oel getränktem Holz aufgehangen wird bis zu einer Entfernung von 9 bis 12 Meter vor den Löchern, von wo an die Drähte auf das Gestein gelegt werden können; ist aber das Gestein erzführend, so müssen die Drähte bis vor Ort frei hängen; sie dürfen überhaupt nicht mit Metall oder erzführendem Gestein in Berührung kommen und müssen ca. 1 Meter von einander entfernt bleiben; Feuchtigkeit hindert ihre Leitungsfähigkeit nicht. Die Ladung der Löcher erfolgt unten durch ein Gemisch von 1 Theil Pulver, welches nicht mit Graphit geglättet ist, und 3 Theilen Sägemehl, darüber kommt eine Schicht reines, gleichfalls nicht geglättetes Pulver, weil das geglättete ein Elektricitätsleiter, das ungeglättete aber nicht ist. Auf das Pulver kommt ein besonders construirter Zünder, welcher mit den Zündungsdrähten in Verbindung gebracht ist; der Besatz erfolgt durch Sand, Ziegelmehl oder dgl. m. mit mehr oder weniger Feuchtigkeit; der Besatz darf nicht zu fest sein, das Pulver nicht zu sehr zusammengedrückt werden, weil dadurch seine Leitungsfähigkeit erhöht wird. Die Zündungsdrähte der verschiedenen Löcher werden wechselseitig, je ein Draht von zwei Löchern mit den beiden Hauptleitungsdrähten verbunden, wodurch der Schluss hergestellt wird. Durch wiederholtes Drehen der Maschine springt ein Funken über, der die Zünder entzündet, durch welche das Pulver zur Explosion gebracht wird. Wenn mehr als 60 bis 70 Mal gedreht werden muss, bevor der Funken überspringt, so kann Feuchtigkeit daran die Schuld tragen, weshalb man den Kasten öffnen und das zum Ansaugen der Feuchtigkeit darin befindliche Chlorcalcium erneuern muss; genügt dies nicht, so müssen die Reibzeuge erneuert werden, was im Durchschnitt in jedem halben Jahre einmal zu geschehen hat, wenn die Maschine täglich 8 bis 10 Mal benutzt wird. Eine solche Maschine kostet 69 Mark, 100 Stück Zünder kosten 1 Mark 50 Pf.; von den Leitungsdrähten wiegen 18 laufende Meter 1 Pfund und kosten 60 Pf.; die Zündungsdrähte sind $^3/_4$ Millimeter stark und

kostet 1 Pfund, aus welchem 150 Zünddrähte für 628 Millimeter tiefe Bohrlöcher gemacht werden können, 20 Pf. — Abegg hat dem Gegenstande fortgesetzte Aufmerksamkeit zugewendet und das Verfahren weiter ausgebildet[343]), wozu namentlich eingehende Versuche auf den Steinkohlengruben bei Saarbrücken[344]) geführt haben, wo jetzt die Zündungsweise ganz allgemein eingeführt ist. Dieselbe hat den Vortheil, dass man eine grössere Zahl von Schüssen zu gleicher Zeit wegthun kann, und dass man dabei jede Gefahr, welche mit dem Entzünden durch Zündschnur oder in gewöhnlicher Methode verbunden ist, vollkommen beseitigt hat, was besonders beim Schachtabteufen von hohem Werthe ist. Die Versuche in Saarbrücken haben dahin geführt, die Anstände, welche sich bei der frühern Anwendung der elektrischen Zündung herausgestellt hatten, zu beseitigen; namentlich kommt es auf die richtige Isolirung der Entzündungsdrähte an, um nicht Gefahr zu laufen, dass einzelne von den Bohrlochsladungen unentzündet bleiben. Abegg empfiehlt dringend, namentlich beim Schachtabteufen, als Leitung nur Kabel anzuwenden, wie sie von Felten und Guilleaume in Köln hergestellt werden und welche aus zwei isolirten Drähten, mit getheertem Hanf umwickelt und mit Schnur überflochten, bestehen; das Kabel wird in der Nähe der Zündmaschine festgebunden und hängt frei in den Schacht hinab, an das untere Ende des Kabels bringt man an die Enden der isolirten Drähte noch ca. 6 Meter lange Stücke von starkem Eisendraht, welche vor gegenseitiger Berührung zu schützen sind[345]). Die Verbindung der Leitungsdrähte mit den Drähten im Zünder erfordert immer grosse Sorgfalt und sollte nur von erfahrenen Arbeitern ausgeführt werden. Da der elektrische Funke Schiesspulver ebenso wenig wie Dynamit u. dgl. m. direkt entzündet, so muss an der Unterbrechungsstelle des Leitungsdrahtes ein besonderer Zünder[346]) eingeschaltet werden. Dieselben liefert Abegg jetzt in Kisten von 1000 Stück, jeden Zünder von 785 Millimeter Länge, zum Preise von 45 Mark für Dynamit, von 27 Mark für Schiesspulver Die Zünder bestehen aus zwei Eisendrähten, welche auf einem 30 Millimeter langen, 5 Millimeter breiten Stücke in Pappdeckel so befestigt sind, dass ihre Enden 1 Millimeter von einander abstehen; der Zwischenraum ist mit Graphit abgerieben, um die Entzündung zu erleichtern. Hierauf ist Pulver gelegt und ein Papierstreifen darüber gewickelt, der ganze Zünder wird mit Wachs bestrichen. Der überspringende Funke macht die Enden der Drähte glühend, wodurch der Graphit theilweise verbrennt und das Pulver entzündet, welches seinerseits

[343]) Berggeist. Köln 1870. S. 455.

[344]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 16 B. S. 333. Bd. 20 B. S. 357. Bd. 23 B. S. 96. — Berggeist. Köln 1868. S. 381.

[345]) Berggeist. Köln 1873. S. 89. 311. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1873. S. 76. 243. — Glückauf. Essen 1873. No. 29.

[346]) Berggeist. Köln 1869. S. 233. — Ebenda. 1870. S. 277. — Ebenda. 1876. S. 197; Jhrg. 1877. S. 405; Jhrg. 1878. S. 29. 49. No. 60.

die Sprengladung zur Explosion bringt. Ein solcher Zünder ist nur für Schiesspulver von Wirkung; für Dynamit u. s. w. wird derselbe noch in 65 Millimeter lange Blechhülsen gesteckt, welche ein feines Knallpulver enthalten. An den Drähten des Zünders werden zwei längere Drähte befestigt, welche zur Isolirung im Bohrloch in die seitlichen Einschnitte eines Holzstäbchens von 12 Millimeter Breite und 5 Millimeter Dicke eingeklemmt werden; bei den Dynamitzündern wird die Blechhülse an eine Verlängerung des Stäbchens angebunden, weil sie durch Länge und Schwere leicht einer Beschädigung ausgesetzt wäre. Ein solcher Zünder wird ganz wie Zündschnur verwendet. An anderen Orten, so auch auf der Grube Heinitz bei Saarbrücken[347]) hat man die Stäbe aus Streifen von gefirnisstem Papier gerollt, in deren Windungen die Leitungsdrähte isolirt enthalten sind; an einem Ende tragen die Stäbe die mit Zündmasse gefüllte Kapsel, welche ebenso wie der ganze Zündstab zum Schutze gegen Feuchtigkeit mit einer Theermasse überzogen ist. Diese Stäbe werden indess wegen ihrer nicht soliden Beschaffenheit von Abegg nicht empfohlen. Der Zünder wie er bei der Maschine von Bornhardt benutzt wird, ist bereits oben erwähnt. Mowbray bedient sich zu den Sprengungen mit Nitroglycerinpräparaten folgender Patrone[348]): zwei isolirte Drähte werden in eine hölzerne, zuvor in schmelzendes Paraffin eingetauchte Röhre gesteckt und mittelst einer Kappe von Guttapercha befestigt; vor der weiteren Ladung lässt man den elektrischen Funken überspringen, um zu sehen, ob die Leitung vollkommen sei. Demnächst wird ein Zündhütchen mit Knallquecksilber eingeführt und dieses mit einem Zündsatz von chlorsaurem Kali mit Schwefel- oder Phosphorkupfer bis zur Anfüllung des 20 Millimeter langen Röhrchens bedeckt, das Ganze aber wird mit Asphaltfirniss bestrichen. Drei Mann sollen täglich 1000 Stück solcher Zünder herstellen. Nach Besetzung des Bohrlochs, welche mit der grössten Vorsicht zur Vermeidung von Verletzungen der Zünder vorzunehmen ist[349]), werden die Leitungsdrähte in die am Stäbchen befestigten Drähte angehängt, ebenso an der Maschine, nach deren höchstens 20maligen Umdrehung der Schuss explodirt. Mit einer Maschine, welche 79,50 Mark kostet, können mittelst zweier Drähte vier Schüsse zu gleicher Zeit zur Explosion gebracht werden; bringt man in den Zünder Schiessbaumwolle statt des Zündpulvers, so kann man 15 Schüsse gleichzeitig zur Explosion bringen, doch ist die Schiessbaumwolle sehr empfindlich gegen Feuchtigkeit, so dass die Zünder nicht zuverlässig sind. — Während man auf den Gruben bei Saarbrücken sehr günstige Resultate mit der Abegg'schen elektrischen Entzündung erzielt hat und dort überall

[347]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 25B. S. 228.

[348]) Dingler polyt. Journal. Bd. 208. S. 191. — Dr. E. v. Meyer a. a O. S. 113. — Althans: das Berg- u. Hüttenwesen auf der Weltausstellung zu Philadelphia i. J. 1876. S. 24.

[349]) Berggeist. Köln 1875. S. 1. — Dingler polyt. Journal. Bd. 216. S. 186.

zu ihrer allgemeinen Anwendung übergangen ist, hat man in Westfalen nicht gleich günstige Resultate gewonnen, weil es niemals gelungen ist, mehr als zwei Schüsse gleichzeitig wegzuthun[350]), auch sollen die Zünder bei dem leisesten Stoss explodirt und die Maschine wegen angezogener Feuchtigkeit zuweilen wirkungslos geblieben sein. Abegg führt[351]) diese Uebelstände darauf zurück, dass die Isolirung der Leitungsdrähte sowohl, wie der im Bohrloche befindlichen Drähte nicht vollständig bewirkt worden sei, er empfiehlt beim Vorhandensein saurer Grubenwasser die Anwendung eines Telegraphenkabels mit zwei Drähten; die Holzstäbchen der Zünder müssen ausserdem mit einer Mischung von einem Theil Talg und zwei Theilen Pech angestrichen werden. Das Versagen der Maschine kann nach Abegg allerdings vorkommen, wenn sie in der Grube nicht sorgsam vor Feuchtigkeit geschützt wird, doch ist die Reparatur immer sehr leicht und wird von Abegg unentgeltlich ausgeführt. Uebrigens theilt Abegg ausführlich mit, in welcher Weise das Pelzreibzeug herzustellen und in welcher das unbrauchbar gewordene gangbar zu machen ist, so dass jeder sich selbst die Maschine wieder in Gang setzen kann[352]).

Der Vorwurf, welcher der elektrischen Zündung daraus gemacht wurde, dass der einzelne Schuss besser der augenblicklichen Lage des Gesteins beim Ansetzen der Bohrlöcher angepasst werden kann, um eine vollständigere Wirkung zu erzielen, als wenn mehrere Schüsse gleichzeitig weggethan werden, also mehrere Bohrlöcher ohne Rücksicht auf das abzuhebende Gestein gleichzeitig gebohrt werden müssen, ist durch die Resultate auf den Gruben bei Ramsbeck und durch den Oberingenieur Pischoff in Brünn widerlegt[353]), wogegen Krauss auf dem Altenberge bei Aachen es vorzieht, die elektrische Zündung nur zum gleichmässigen Wegthun mehrerer Löcher beim Einbruchschiessen zu verwenden, demnächst aber die übrigen Löcher der Gestaltung des Ortsstosses anzupassen und einzeln wegzuthun[354]).

Bei Dynamitladung bewirkt Abegg jetzt die Zündung auf elektrischem Wege am Boden des Bohrlochs[355]). An den oben beschriebenen Zündstab wird die kurze Dynamitpatrone gesteckt, aber nicht fest gebunden und in's Bohrloch geschoben; die übrigen noch erforderlichen Patronen werden flach gedrückt, in's Bohrloch gebracht und mit einem hölzernen Stampfer festgestampft. Auf die Patrone bringt man einen Papier- oder Lettenpfropfen und besetzt dann ganz fest mit Ziegelstücken. Dabei ist

350) Berggeist. Köln 1870. S. 91. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20 B. S. 357; Bd. 21 B. S. 295.

351) Bergeist a. a. O. S. 122.

352) Berggeist. Köln 1874. S. 107. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. 1874. S. 404. — Glückauf. Essen 1874. No. 30.

353) Berggeist a. a. O. 1870. S. 277. — Mahler a. a. O. Wien 1875. S. 48.

354) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 15. S. 94.

355) Berggeist. Köln 1871. S. 545. Jahrg. 1872. S. 165.

keine Explosion des Dynamits zu fürchten, da das Zündstäbchen, an welchem die Patronen anliegen, genug Elasticität besitzt, um den Schlag beim Besetzen wirkungslos zu machen. Der sehr erhebliche Vortheil dieser Entzündungsmethode soll darin liegen, dass die Explosion des Dynamits ganz ohne Rauchentwickelung stattfindet und die Arbeiter fast unmittelbar nach dem Abfeuern der Schüsse wieder vor Ort gehen können, während bei der Entzündung von Oben es öfter vorkommen soll, dass sich die Zündpatrone von dem Zündstäbchen losschiebt und der Schuss auskocht.

Auf französischen Gruben bei St. Etienne[356]) wendet man den Ruhmkorff'schen Apparat zur Zündung an, dann aber in Verbindung mit der Dumas-Benoit'schen Lampe, welche in dem Abschnitt über Wetterführung beschrieben werden soll.

Die magneto-elektrische Zündmaschine von Siegfried Marcus in Wien ist, abweichend von der Abegg'schen Maschine, ein Inductionsapparat[357]), bestehend aus einem Magneten, einem mit isolirtem Draht umwundenen weichen Eisenanker und einer Feder, welche durch einen Druck plötzlich aus ihrer Spannung ausgelassen wird, wodurch die Unterbrechung des elektrischen Stromes eintritt und ein Inductionsstrom erzeugt wird: der Apparat wiegt $12^1/_2$ Kilogramm und ist sehr compendiös, bleibt unempfindlich gegen Feuchtigkeit und bedarf keiner Reinigung. Die mit dem Apparat auf den Gruben der Wolfsegg-Traunthaler Gesellschaft angestellten Versuche ergaben, dass derselbe nicht geeignet war, mehr als 3 Schüsse mit Sicherheit gleichzeitig abzuthun, schon bei 5, bestimmt aber bei 7 Bohrlöchern, deren Ladungen gleichzeitig entzündet werden sollten, wurde in der Regel ein Bohrloch bei der Explosion übersprungen, so dass von 7 Bohrlöchen nur 1 3 5 7 explodirten. Man suchte das Versagen in mangelhafter Isolirung der Drähte, in der Stellung der Zündkapsel, deren Zündmasse die Leitung des Stromes zu bewirken hat, in nicht vollkommen trocknem Besatz; alle diese Momente wurden beseitigt, und doch hatte man das Versagen einzelner Bohrlöcher zu constatiren, was man auf eine verschiedene Empfindlichkeit der Zündmasse in den einzelnen Zündkapseln oder auf eine nicht ausreichend starke Wirkung der Maschine zurück führte.

Auch die magneto-elektrische Zündmaschine von Breguet ist ein Inductionsapparat[358]), welcher bis jetzt nur für Kriegszwecke benutzt ist; es können mit ihm gleichzeitig 6 bis 7 Kanonen abgefeuert werden. Zur Zündpatrone wird als Zündsatz eine innige Mischung von Phosphorkupfer und chlorsaurem Kali benutzt, welcher zur Erhöhung der elektrischen Leitungsfähigkeit etwas Kohlenpulver beigemengt wird. Die Anwendbarkeit für Grubenzwecke liegt ausser Zweifel, doch muss nach Abel

[356]) Annales des mines. 5 Série. tome XX. S. 301.

[357]) Berg- u. hüttenm. Ztg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1868. S. 382. — Oesterr. Zeitschr. f. B. u. H.-Wesen. Wien 1869. S. 177.

[358]) Dingler polyt. Journal. Bd. 193. S. 17; Bd. 215. S. 184.

und Wheatstone für einen sichern Erfolg bei diesem Apparat sowohl, wie bei jedem anderen magneto-elektrischen Apparate die Patrone so gefertigt sein, dass der Zündsatz äusserst leicht entzündlich und so leitungsfähig ist, dass der Inductionsfunke in der Entfernung von ca. $1^2/_3$ Millimeter der beiden Elektroden sicher zum Vorschein kommt[359]). Uebrigens ist die Behandlung des Instruments einfach, es ist leicht transportabel und seine Unterhaltung erfordert für gewöhnlich keine Kosten, dennoch ist die Conservirung des Apparats schwieriger, als bei den Abegg'schen Maschinen, weil die permanenten Stahlmagnete sowohl durch Erschütterungen, wie durch Temperatureinflüsse mit der Zeit an Kraft verlieren.

Zu erwähnen ist noch die dynamo-elektrische Zündmaschine von Siemens und Halske, welche in neuerer Zeit für Torpedozündungen eingeführt ist[360]), die elektrischen Ströme werden durch Magnetinductionen erzeugt und wird ein Elektromagnet aus weichem Eisen angewandt, welcher sich durch die Thätigkeit der Maschine selbst magnetisch erhält, indem der nach dem ersten Magnetisiren bei ihm zurückbleibende sog. remanente Magnetismus genügt, um einen schwachen Inductionsstrom bei der Rotation des Ankers hervorzurufen. Letzterer Strom wird dann um die Windungen des Elektromagneten geführt. Hierdurch wirkt der Magnetismus wiederum stärker inducirend auf den rotirenden Anker, und die nun entstandenen stärkeren Ströme bewirken abermals ein Zunehmen des Magnetismus des Elektromagneten, bis die grösstmögliche Stärke erreicht ist, wozu eine $2^1/_2$ malige Umdrehung der Kurbel genügt. Alsdann wird durch einen Mechanismus des Apparats der kurze Schliessungsbogen unterbrochen und die Leitung zu den Bohrlöchern eingeschaltet. Der Hauptleitungsdraht zwischen dem Apparat und den Zündern muss gut isolirt sein, er besteht aus Kupferdraht mit Guttaperchaüberzug, während der zweite Draht, das Endkabel, aus gewöhnlichem Eisendraht bestehen kann. In neuerer Zeit ist es gelungen, mit grösster Sicherheit gleichzeitig 10 Schüsse abzuthun. Als Zünder wendet man die Nobel'schen an, welche sich zur Sprengung mit Dynamit eignen, auch unter Wasser von gleicher Wirkung sind, wie vor trocknen Oertern. Der Apparat kostet 450 Mark, während der Abegg'sche nur 45 Mark kostet, ausserdem ist die Abnutzung der sich reibenden Theile zu fürchten, da die Kurbel sehr schnell und stetig gedreht werden muss, so dass der allgemeinen Einführung des Apparats erhebliche Hindernisse entgegenstehen.

d. Ausführung der Sprengarbeit.[361])

Bei der Gewinnung durch Sprengarbeit hat man zunächst Einbruch herzustellen, was entweder durch Schrämen oder durch Schiessarbeit selbst

[359]) Abel in Journal of the Chemical Society. Vol. 14. p. 165.

[360]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 23 B. S. 96.

[361]) André a. a. O. p. 214. — Drinker: a treatise on Tunneling, Explosive

geschieht; die Lage des Einbruchs richtet sich nach der Beschaffenheit des Gesteins, nach der Schichtung desselben, nach den vorhandenen Klüften, ob dieselben dem Arbeiter zufallen oder von ihm abfallen; sind überhaupt Klüfte vorhanden, so muss man die Bohrlöcher so ansetzen, dass die Schüsse an den Klüften abheben. Beim Ortsbetrieb kann demnach der Einbruch sowohl an der Sohle, wie am Dache, wie mitten im Ortsstoss liegen, ebenso beim Schachtabteufen in der Mitte der Schachtscheibe, wie an einem anderen Punkte derselben. Auf der Königsgrube in Oberschlesien und diesem Beispiel folgend auch auf vielen anderen Gruben Oberschlesiens[362]) hat man in neuerer Zeit bei der Kohlengewinnung das Schrämen des Einbruchs aufgegeben und stellt ihn durch Schiessarbeit her, was so vortheilhaft auf die Arbeitsleistung eingewirkt hat, dass die Schichtzeit um 4 Stunden täglich verkürzt werden konnte, ohne dass der Leistung irgend welcher Eintrag geschehen ist. — Wenn der Einbruch gewonnen ist, wird das Gestein in der übrigen Ortshöhe oder in der Schachtscheibe strossenweise nachgenommen, wobei man für den Ansatzpunkt des Bohrlochs und dessen Richtung die Wahl so treffen muss, dass das Gestein, welches der Schuss lösen soll, nach möglichst vielen Seiten frei liegt, und dass die zu gewinnende Gesteinmasse, die Vorgabe, mit der Tiefe der Bohrlöcher und deren Ladung in Einklang gebracht wird; meistentheils wird die Wahl des Ansatzpunktes und der Richtung dem Arbeiter überlassen, in einzelnen Revieren wird dieselbe aber für jedes einzelne Loch von einem Aufseher bestimmt.

Bevor das eigentliche Bohren beginnt, wird die Stelle des Gesteins, wo der Bohrer angesetzt werden soll, zugebrüstet, d. h. sie wird mittelst Schlägel und Eisen geebnet, auch wohl vertieft, damit der Bohrer gleich im Anfang einen Halt gewinnt. Das Bohren[363]) selbst erfolgt anfänglich langsam und mit leichten Schlägen des Fäustels auf die Bahn des Bohrers, bis derselbe erst in dem Loche eine Führung gefunden hat; beim Bohren hat der Arbeiter vor jedem Schlage den Bohrer zu drehen und die Bildung von Ecken und Füchsen im Loche zu vermeiden. Das Bohrmehl fällt bei nach Oben gerichteten Bohrlöchern von selbst während der Arbeit heraus, bei anders geneigten muss es mit dem Krätzer beseitigt werden, nach Unten führende Bohrlöcher kann man nass bohren, indem man sie beständig mit Wasser gefüllt hält, wodurch das Bohrmehl in dem Wasser suspendirt bleibt, was die Arbeit sehr erleichtert. Die Tiefe des Bohrlochs richtet sich nach dem vorzugebenden Gestein und nach den Klüften, deren Vorhandensein man immer für die beste Wirkung des Schusses benutzen muss, niemals darf man ein in eine Kluft gerathenes Bohrloch mit dieser fort-

Compounds and Rock Drills. New York. — The Engineering and Mining Journal. London. Vol. 25. p. 253. — Glückauf. Essen 1880. No. 29.

[362]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 23B. S. 98.

[363]) André a. a. O. p. 225.

setzen. Die Italiener, welche unter Anderem auch in Oberschlesien vielfach grössere Arbeiten im Hauptgedinge ausgeführt haben, wenden, wie oben S. 223 erwähnt ist, 3 bis 4 kg schwere Fäustel an, mit welchen sie aber nicht von Oben auf den Bohrmeissel schlagen, sondern welche sie von Unten nach Oben schwingend gegen den Meissel bewegen. Deshalb müssen auch die Bohrlöcher diese Richtung haben und gewähren den Vortheil, dass das Bohrmehl von selbst herausfällt. Hierdurch wird nicht nur die Zeit erspart, welche sonst zum Reinigen des Loches mit dem Krätzer erforderlich ist, sondern der Bohrmeissel wirkt auch stets auf das vom Bohrmehl gereinigte Gestein direct und leistet deshalb auch grösseren Effect. Man schreitet daher durch diese Methode schneller in der Arbeit vor, kann geringeres Gedinge gewähren und trotzdem haben die Arbeiter ein grösseres Verdienst in der Schicht, als beim gewöhnlichen Verfahren. Diese Art zu bohren ist nur in Ueberbrechen, für Firsten- und Strossenbohrlöcher anwendbar, nicht aber für Sohlenbohrlöcher; nicht empfehlenswerth ist die Methode bei drusigem und ungeschichtetem Gestein, dagegen von sehr guter Wirkung in sehr kurzklüftigem, dem Arbeiter abfallendem Gestein[364]). Auch in England hat man die Erfahrung von der vortheilhaften Wirkung der schweren Fäustel gemacht[365]). Hat das Bohrloch die nöthige Tiefe erreicht, so wird es geladen und besetzt[366]). Wo dies nicht, wie bei Benutzung von Nitrilpräparaten oder elektrischer Zündung, in besonders vorgeschriebener und an den betreffenden Stellen bereits erwähnter Weise geschieht, also bei Benutzung der verschiedenen Pulversorten, thut man gut, das lose Einschütten des Pulvers streng zu untersagen[367]) und die Anwendung des Pulvers nur in Patronen zu gestatten. Die Länge der Patronen richtet sich nach der Tiefe der Bohrlöcher, d. h. nach dem vorgegebenen Gestein und dessen Lage zu dem umgebenden Gestein, wobei man die Pulvermenge danach abmessen muss, dass das Gestein nur gelöst und in sich zertrümmert, nicht umhergeschleudert werden soll; es ist deshalb nicht immer möglich, fertige Patronen mit in die Grube vor Ort zu nehmen, vielmehr wird man sich begnügen müssen, in die vorher gefertigten Patronenhülsen das Pulver vor Ort einzuschütten, wobei mit der grössten Vorsicht verfahren werden muss. Zuweilen, wie z. B. in Oberschlesien lässt man die Patronen von bestimmt damit beauftragten Personen, meist in der Grube, aber auch über Tage, für die ganze Belegschaft anfertigen; häufig

[364]) Amtlicher Bericht über die Wiener Weltausstellung i. J. 1873, erstattet durch die deutsche Centralcommission. Bd. 1. S. 35. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 22B. S. 37.

[365]) The Engineering and Mining Journal. New York 1870. S. 401.

[366]) André a. a. O. p. 227.

[367]) Instruction des königl. Oberbergamts zu Bonn über Besetzen und Wegthun der Schüsse vom 15. December 1842 in Achenbach: Die Bergpolizeivorschriften des rhein. Hauptbergdistricts. Köln 1859. Auch § 44 der allgem. Bergpolizeiverordnung desselben Oberbergamts vom 8. November 1867.

werden sie fertig vom Lieferanten angeliefert, wie dies bei Dynamitpatronen stets der Fall ist. — Wird mit der Räumnadel besetzt, so wird die Hülse der gefüllten Patronen oben zugedrückt und die Nadel vorsichtig hineingestochen; erfolgt die Zündung durch Zündschnur, so wird diese in die offene Patrone mit dem Ende in das Pulver hineingesteckt und mittelst Bindfaden mit der Hülse zusammengebunden. Die so ausgerüstete Patrone wird in das Bohrloch eingeführt und bis vor Ort desselben gebracht, darauf bringt man einen leichten Schiesspfropfen mittelst des Stampfers lose ein, setzt darauf die Besatzmasse, die anfänglich lose, später immer fester mit Stampfer und Fäustel zusammengedrückt wird, bis das ganze Loch in solcher Weise gefüllt ist; dabei muss man die Nadel häufig behutsam drehen, damit sie nach Vollendung des Besatzes ohne Schwierigkeit herauszuziehen ist, was in der Weise geschieht, dass man den Stampfer durch den Ring der Nadel steckt und ganz leichte Schläge mit dem Fäustel rückwärts giebt. Während bei Anwendung der Zündschnur nach dem Besatz der Schuss zum Anzünden fertig ist, muss in dem durch die Nadel gebildeten Zündkanal noch die Zündung eingebracht werden, die, wie oben angegeben, in Zündhalmen oder Raketen besteht; an diesen wird ein einige Centimeter langer Schwefelfaden geklebt, der, um das Funkensprühen zu vermeiden, vorher durch die Flamme der Grubenlampe gezogen ist. Bevor das Anzünden[368]) durch den Arbeiter erfolgt, haben sich alle übrigen Arbeiter so weit zu entfernen und sich so zu sichern, dass sie von umhergeschleuderten Gesteinstücken nicht getroffen werden können: demnächst wird das Schwefelmännchen, beziehungsweise die Zündschnur angezündet, worauf der Arbeiter unter dem Rufe „es brennt“ gleichfalls zu dem gesicherten Punkte eilt. Durch das Abbrennen des Schwefelmännchens wird der Zünder und durch diesen das Pulver entzündet, durch Abbrennen der Zündschnur erfolgt die Zündung des Pulvers direct; kommt es vor, dass ein Schuss versagt, die Zündung nicht erfolgt, so haben die Arbeiter je nach den Umständen lange genug zu warten, bevor sie sich dem Ort wieder nähern, damit nicht durch unerwartetes Losgehen der Schüsse, was sehr häufig geschieht, Verletzungen eintreten. Um dies zu vermeiden, hat man auf der Königsgrube in Oberschlesien jeder Kameradschaft eine Sanduhr in die Hand gegeben, nach deren zweimaligem Ablauf die Arbeiter ungefährdet wieder vor Ort gehen können, ohne fürchten zu müssen, dass die Schüsse noch nachträglich losgehen[368a]). Dann ist zu untersuchen, ob der Besatz unversehrt ist, in welchem Falle von Neuem eine Zündung eingebracht wird, während, wenn der Besatz verletzt ist, derselbe erneuert werden muss. Hat der Schuss gewirkt, so werden die gelösten Gesteinmassen mit Schlägel und Eisen beseitigt, grössere abgeworfene Stücke durch Treibfäustel zerkleinert, um sie zum Einladen in die Fördergefässe geschickt zu

368) André a. a. O. p. 228.

368a) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 30 B. S. 231.

machen. Demnächst beginnt das Bohren von Neuem. Werden von mehreren Arbeitern gleichzeitig vor dem Ort Löcher gebohrt, so empfiehlt es sich, dieselben auch gleichzeitig zu laden und wegzuthun, weil sich die Wirkungen der Schüsse gegenseitig unterstützen, was indess andererseits geleugnet wird, weshalb das gleichzeitige Abfeuern mehrerer Schüsse vermieden wird.

Ueber das Sprengen des Gesteins sind von Gurlt sehr interessante theoretische Betrachtungen[368b]) angestellt, welche für die Praxis beherzigenswerthe Winke enthalten. Es wird daselbst die Wirkung der Pulverkraft auf das Gestein, der Einfluss der Gesteinsbeschaffenheit auf die Sprengwirkung, der Einfluss der Ladung und des Besatzes auf die Sprengwirkung und die Ermittelung der quantitativ richtigen Pulverladung erörtert, wodurch man auf eine zweckmässige und möglichst vortheilhafte Verwendung der Pulverkraft und die günstigste Verwerthung derselben hingeführt werden soll. — Dass sich der Professor H. Hoefer zu Przibram in seinen „Beiträgen zur Spreng- oder Minen-Theorie“ eine gleiche Aufgabe gestellt hat, wurde bereits S. 230 erwähnt. Derselbe will durch vergleichende Versuche mit verschiedenen Sprengmitteln die volle Wirkung derselben richtig beurtheilen, wobei er sich auf Betrachtung der Sphären verschiedener Wirkung, der erzielten Wurftrichter und der ihnen entsprechenden Ladungen beschränkt, er geht dabei von der Fortpflanzung des Stosses in concentrischen Kugelschalen aus. Er unterscheidet je nach der verschiedenen Wirkung zwei Drucksphären: die Compressionssphäre und die Zermalmungssphäre, ferner zwei Bruchsphären: die Wurfsphäre und die Risssphäre mit ihren Wurftrichtern und Risstrichtern, endlich die Schwingungssphäre. In einer Tabelle werden zu den Basiswinkeln die Wurfkegel und die Vorgaben für die Schüsse berechnet, bei einem Basiswinkel von 48 Grad wird ein möglichst grosser Wurfkegel erzielt. Es ist wichtig, für eine gewisse Vorgabe die Ladung richtig zu ermitteln, was mit Hilfe des Lehrsatzes geschieht, dass unter sonst gleichen Verhältnissen zwei normale Ladungen sich verhalten, wie die Quadrate der dazu nöthigen Vorgaben. Für jedes Sprengmittel und Gestein besteht ein bestimmtes Verhältniss, der Ladungscoefficient, welcher gleich ist dem Quotienten aus der Ladung und dem Quadrate des Wurfradius; in dieser Verhältnisszahl ist ein Mittel zur Vergleichung der Sprengwerthe zweier Sprengmittel gegeben. Hoefer berichtet von grossen Sprengladungen, sog. Riesenminen, welche in Amerika angewendet sind und welche ihren Namen von sehr starker Vorgabe erhalten haben; dieselben sind in Grubenbauen nicht anwendbar und kommen nur in Steinbrüchen oder anderweitigen Tagebauen vor. Der Effect wird als ganz bedeutend geschildert, dabei soll an Sprengpulver nur ein Drittel verbraucht und an Handarbeit wesentlich gespart sein[369]).

[368b]) Ad. Gurlt: Betrachtungen über die Theorie des Sprengens in „der Civilingenieur“ Freiberg 1854. S. 238.

Direkte praktische Versuche hat in dieser Beziehung der österreichische Hauptmann Dr. Carl Beckerhinn[369a]) angestellt. Derselbe hat die Gestalt des Sprengraums bei der Explosion brisanter Präparate festgestellt und dazu besonders präparirte Papierpackete, Bleicylinder und Holz angewendet, er hat den Einfluss der grösseren oder geringeren Brisanz eines Sprengpräparats auf die Gestalt der Sprengsphäre, ferner den Einfluss eines unüberwindlichen Hindernisses im Innern der Explosionsphäre, weiter die Gestalt der Explosionssphäre in dem Falle zu ermitteln versucht, in welchem die Wirkung nicht nach allen Richtungen begränzt ist, sondern nach einer Richtung eine äussere Wirkung eintritt. Daran knüpfen sich Vergleiche der brisanten Sprengpräparate bezüglich ihrer Kraftäusserung, bei denen sich das Resultat herausstellt, dass der Nitroglyceringehalt den wesentlichsten Einfluss auf die Grösse der Kraftäusserung der Nitroglycerinpräparate ausübt, dass aber die chemische Beschaffenheit des das Nitroglycerin aufsaugenden Körpers die Grösse der Leistungsfähigkeit bedeutend beeinflusst, woraus folgt, dass die Präparate mit explosiblem Sauger (Schiesswolldynamit, Sprenggelatine) den grössten Wirkungswerth besitzen, dass diesen Präparate mit verbrennlichem Sauger (Cellulosedynamit) folgen, dass Präparate mit indifferentem Sauger die relativ geringsten Wirkungsgrössen zeigen, dass aber auch hier die chemische Beschaffenheit des indifferenten Körpers, je nachdem er bei der Explosion einer Zersetzung unterliegt oder nicht, von Einfluss ist, indem die Zersetzung schädlich wirkt, so dass Kieselguhrdynamit grössere Wirkung zeigt, als andere derartige Stoffe.

Havrez hat ausführliche Erörterungen über die Bohrarbeit angestellt, sowohl in Betreff des Handbohrens[370]), wie des Maschinenbohrens. In Betreff der ersteren Art hat er vorzugsweise den Effect des ein- und zweimännischen Bohrens verglichen, die günstigste Tiefe und den geeigneten Durchmesser der Bohrlöcher ermittelt in Bezug auf die Gewinnung eines bestimmten Abschnitts der zu treibenden Strecke, sowie auf die verbrauchte Menge Pulver, ferner die Leistungen der Arbeiter in einer bestimmten Zeit mit Rücksicht auf die verschiedene Beschaffenheit des Gesteins, sowie den ökonomischen Effect der beiden Methoden. In Bezug auf das Maschinenbohren hat er die günstigsten Umstände zur Anwendung der Maschinen, die geeignetesten Kräfte zur Bewegung, die Mittel zur Nachahmung des menschlichen Bohrens in den Maschinen, endlich die vergleichenden Resultate des Maschinenbohrens und des Handbohrens eingehender Untersuchung unterzogen, welche indess schon 1868 abgeschlossen wurde, so dass die neueren Erfahrungen unberücksichtigt bleiben mussten.

[369]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1882. S. 367. — Glückauf. Essen 1882. No. 64.

[369a]) Zeitschr. f. B.-. H.- u. S.-Wesen. Bd. 26B. S. 200.

[370]) Revue universelle des mines etc. Paris. I. série. t. 39. p. 489; II. série. t. 6. p. 293.

Eine neuere eingehende Studie über die Arbeitseffecte, welche mittelst Bohrarbeit im Gestein zu erzielen sind, hat Kraft zu Joachimsthal in Böhmen angestellt und seine Beobachtungen in zahlreichen Tabellen niedergelegt, auf welche von hier aus nur verwiesen werden kann[370a]).

VI. Das Feuersetzen.[371])

Die Methode, Gebirgsmassen durch Feuersetzen zu gewinnen, ist uralt und scheint schon den Egyptern und Juden bekannt gewesen zu sein; Plinius erwähnt sie als von den Römern angewendet und nach Livius ist sie beim Uebergang Hannibal's über die Alpen benutzt worden. Bis zur Erfindung des Schiesspulvers und Einführung der Sprengarbeit bediente man sich ihrer bei der Gewinnung von Lagerstätten der verschiedensten Art, im Mansfeldischen noch in den Jahren 1720 bis 1730, wahrscheinlich zum Hereinbrennen der unterschrämten Schiefer; auf dem Rammelsberge, wo es schon im Jahre 1359 benutzt sein soll, war es bis zum Jahre 1878 in Anwendung[371a]). Jetzt findet man sie nur noch an sehr wenig Stellen bei mächtigen Lagerstätten und höchst festen Massen, die jedoch nicht ganz unzerklüftet sein dürfen; wo möglich darf nur eine freie Seite des Gesteins vorhanden sein, weil sonst nur Mürbebrennen, nicht Absprengen stattfindet. Die Baue dürfen dabei nicht zu enge sein, auch muss festes Nebengestein vorhanden sein, damit dasselbe nicht unzeitig, früher als die zu gewinnende Lagerstätte verletzt wird. Das Brennen des Gesteins darf keine schädlichen Gase entwickeln, z. B. ist es für Lagerstätten von Arsenikkies unanwendbar, auch darf die Beschaffenheit der Erze selbst, z. B. derbe, leichtflüssige, nicht beeinträchtigt werden. Der Wetterzug muss besonders lebhaft sein, um die Ansammlung von Schwaden namentlich in den tieferen Bauen zu verhüten, auch um das Feuer selbst in Brand zu erhalten. Das Gestein muss trocken sein und das Holz billig im Preise stehen.

Die Methode führt verschiedene Uebelstände mit sich. Die entwickelten Gase können trotz lebhaften Wetterzuges schädlich wirken, die durch das Brennen losgelösten Wände stürzen zur Unzeit herein und können die Arbeiter beschädigen, die ausserdem durch grosse Hitze belästigt werden, die Wände werden geschwärzt, so dass die Anbrüche unkenntlich werden, ein Theil der Erze wird zerkleinert und verstäubt.

Als Brennmaterial benutzt man Holz, gewöhnlich in Scheiten, weil

370a) v. Hauer berg- u. hüttenm. Jahrbuch. Bd. 29. S. 221.

371) Drinker: a treatise on Tunneling, Explosive Compounds and Rock Drills. New York. — The Engineering and Mining Journal. New York. Vol. 24. p. 434.

371a) O. Hoppe: Beiträge zur Geschichte der Erfindungen. Clausthal 1880. S. 49.

eine schnelle, plötzliche Erhitzung, daher rasch auflodernde Flamme nöthig ist. Versuche hat man mit Torf im Rammelsberge am Harz, mit Braunkohle im Zwitterstockwerk zu Altenberg angestellt, die aber beide ungünstig ausfielen, weil die Hitze nicht plötzlich genug wirkte; günstigere Resultate werden von einem Versuche mit Koks auf der Grube St. Christoph bei Breitenbrunn in Sachsen[372]) berichtet. — Das Zubringen des Holzes erfolgt einfach durch Einwerfen in Schächte, welche dann natürlich jedem andern Gebrauch entzogen sind.

Für die Manipulationen ist als Gezähe angewendet die Prägelkatze, welche zwar nicht überall eingeführt, aber ein sehr zweckmässiges Geräth ist; es ist ein eiserner Rahmen, der auf vier Füssen ruht, an beiden Langseiten und oben wird das Gestell mit Blechtafeln belegt, so dass sich ein abgestumpfter pyramidaler Kasten bildet, welcher 785 Millimeter lang, hinten 785 Millimeter breit und 470 Millimeter hoch, vorn 470 Millimeter breit und 314 Millimeter hoch ist; in denselben werden die Holzscheite gelegt und entzündet, so dass das Feuer darin zusammengehalten und durch den nach vorn gebildeten Luftzug lebendig erhalten wird, die schmale Seite wird gegen die anzugreifende Fläche gekehrt. Ausserdem hat man zweizinkige Gabeln zum Schüren des Feuers, Kratzen zur Beseitigung der Asche, Stossstangen zum Hereinwerfen abgetrennter Gesteinswände, Keilhauen, Brechstangen, Treibfäustel zur Behandlung der gelösten Gesteinstücke nöthig.

Als Regeln sind zu beobachten: Die anzugreifende Gesteinsfläche muss frei von Schalen, möglichst rein, trocken und rauh erhalten werden; das Feuer muss man zusammenhalten und auf die anzugreifende Stelle richten, dabei muss es hell brennen. Flächen, welche nicht angegriffen werden sollen, muss man vor dem Feuer schützen. Nach dem Erlöschen des Feuers muss man das Ort, sobald wie möglich, beräumen und von Neuem Feuer setzen, welches dann viel besser wirkt, weil das Gestein noch nicht erkaltet ist. Man thut gut, nicht zu viel Brennmaterial auf einmal zu entzünden, weil ein grosses Feuer schwerer zu reguliren ist. Nach dem Abbrennen wird das Gestein mit Wasser abgekühlt, wodurch sich die Schalen besser loslösen.

Nach Art des Angriffs hat man zu unterscheiden: Seitenbrand, Firstenbrand, Sohlenbrand.

a. Seitenbrand. Bei Anwendung der Prägelkatze stellt man deren schmale Seite gegen den Stoss, schichtet das Holz in Scheiten von 470 bis 628 Millimeter Länge, 39 bis 52 Millimeter Stärke fest auf und belegt die Blechtafeln mit Bergwänden und entzündet; wenn das Holz niedergebrannt ist, legt man neues auf, bis die beabsichtigte Wirkung erfolgt ist. Der Luftzug treibt die Flammen gegen den Stoss. — Ohne Anwendung der

[372]) Jahrbuch f. d. Berg- u. Hüttenmann auf d. Jahr 1863. Freiberg. p. 157. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1865. S. 26.

Prägelkatze legt man zunächst zwei Scheite rechtwinkelig gegen den Stoss, dann mehrere, etwa 3 bis 4 sich kreuzende Lagen darüber, indem man zwischen den Scheiten einen Raum von 52 bis 105 Millimeter lässt; oben auf stellt man dann eine oder einige Reihen Scheite schräg gegen den Stoss. In die unterste Lage legt man leicht brennbare Späne und klein gespaltenes Holz zum Anzünden. Die von dem Stoss abgewendete Seite bedeckt man mit feuchtem Grubenholz oder mit Bergen, um das Feuer zu concentriren. Zu Geyer im Erzgebirge stellt man die Scheite unmittelbar auf die Sohle schräg gegen den Stoss im Winkel von 60 bis 75 Grad und bringt die Entzündungsspäne unter die Scheite. Bei grossen Bränden im Rammelsberge setzte man früher — das Verfahren ist jetzt überhaupt beseitigt — mehrere Reihen Scheite über und hinter einander, aber am besten nicht direkt auf die Sohle, sondern auf Unterlagen von kreuzweise gelegten Scheiten.

b. Der Firstenbrand ist am wirksamsten. Die Scheite werden hohl gelegt auf einzelne grössere Scheite oder Bergwände in sich kreuzenden Lagen zu einem viereckigen Haufen (Schranken oder Schragen), die unteren Lagen mit Spielraum, die oberen dichter, um das Feuer zusammenzuhalten, bis das Ganze gehörig brennt. Man lässt den Schragen bis zur Firste reichen, oder man setzt mehrere Schragen von 1 Meter Höhe neben einander, um die Firste gleichzeitig auf grössere Erstreckung anzugreifen.

c. Der Sohlenbrand ist am wenigsten brauchbar. Man wendet hier niedrige Schragen an, die oben und an den Seiten, soweit es der ohnehin schwache Luftzug gestattet, mit Bergen abgedeckt werden.

Der Ortsbetrieb fällt immer unregelmässig aus. Die Prägelkatze benutzt man zum Herstellen eines Einbruchs, dann wird an den Seiten nach einander ohne Katze ausgeweitet, worauf nach einiger Zeit die Firste durch Brand nachgeholt wird; dann folgt wohl eine Berichtigung des Ortes durch Sprengarbeit. Auch ohne Katze sucht man zunächst Einbruch zu machen oder stellt auch einen flachen Einbruch, am besten ganz in der Sohle, durch andere Gewinnungsmethoden her.

Beim Abbau macht man grosse Weitungen (Brennweiten, Brennörter), vornämlich auf sehr mächtigen Gängen, wie in Ungarn, auf Stockwerken und Stöcken. Man beginnt mit Erweiterung eines Ortes, indem man wiederholt an den Stössen Feuer setzt, die Firste kommt dann mit zunehmender Ausweitung von selbst herein, indem die Flamme der Wölbung derselben folgt, besonders wenn man die Holzstösse bis nahe unter die Firste aufführt, andernfalls wird sie mit Firstenbrand nachgeholt; je weiter der Raum wird, desto grösser können dann die Feuer gesetzt werden. Wächst die Höhe, so setzt man die Holzstösse auf bereits hineingebrachte Wände, den sog. Herd, bis das Ort eine Weite und Höhe von 6,25 bis 12,5 Meter hat.

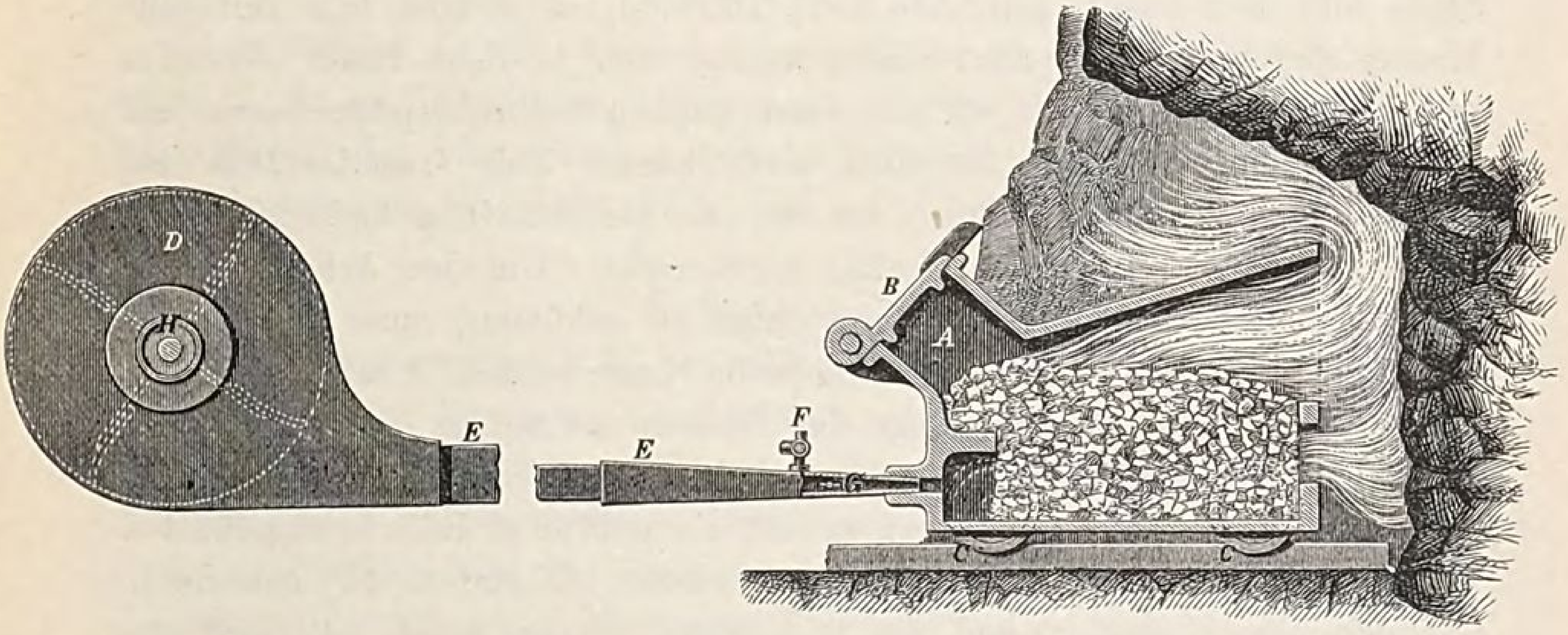
Firsten- und Strossenbau geschieht durch Seitenbrand, ersterer auch wohl durch Firstenbrand.

Auf mächtigen Gängen von 4 bis 8 Meter zu Felsoebanya setzt man in der Strecke eine Reihe kleinerer Holzstösse auf 16,75 bis 42, zuweilen auf 200 Meter Länge auf einmal neben einander, schützt die Ulmen (Streckenstösse) durch Bergwände und entzündet die Holzstösse gleichzeitig. Sind genug Wände hereingegangen, so wird die Strecke frei gemacht und dann von Neuem Feuer gesetzt, indem man die hereingefeuerten Wände als Unterlage benutzt.

Ueberhauen werden sehr einfach durch Firstenbrand getrieben. In der Strecke wird eine Feuerbühne geschlagen, welche mit altem feuchten Grubenholz bedeckt wird; man zwingt durch Anbringen von Wetterthüren die Wetter nach Oben zu ziehen. Allmälig rückt man die Bühne immer höher. Meistentheils unterstützt man die Arbeit durch Schiessen.

Das Abteufen ist schwierig, weil der Luftzug nicht nach Unten geht, es wurde deshalb von den Alten, wo nur immer möglich, vermieden,

Fig. 148.



lieber ging man sehr eng mit Schlägel und Eisen nieder und brannte dann nach. Die Sohle ist stets sorgfältig zu beräumen und trocken zu halten, damit das Feuer auf dieselbe wirken kann, auch sind wo möglich Wetter zuzuführen, indem man einen Schachtscheider bis zum Feuer nachführt: der Holzstoss ist sorgfältig mit Steinplatten zu bedecken, damit der Scheider nicht in Brand geräth.

Das Anzünden hat immer von der Seite zu erfolgen, wohin der Wetterzug geht. Es erfolgt zu bestimmten Zeiten in der Schicht, meistentheils Nachmittags oder Abends, damit das Feuer in der Nacht brennt und am Morgen geräumt werden kann, oder an bestimmten Wochentagen oder da, wo grosse Feuer gesetzt werden, am letzten Arbeitstage in der Woche. In dem übrigen Theil der Woche wird geräumt, gefördert, neues Holz hereingeschafft und aufgeschichtet.

Obwohl die Gewinnung von Erzen durch Feuersetzen nur noch selten vorkommt, namentlich nur da, wo grosse Festigkeit des Gesteins und Billigkeit des Brennmaterials vorhanden ist, so hat Hugon dennoch zur

Ersparung an Arbeitskraft gegen die frühere Methode hierzu einen besonderen Apparat angegeben[373]). Derselbe besteht (Fig. 148) in einem Ofen A zur Aufnahme des Brennmaterials, welcher mit oder ohne Rost eingerichtet sein kann; durch die Thür B wird das Brennmaterial aufgegeben, mit den Rollen oder Rädern C ist der Ofen auf Schienen zu bewegen. Durch den Ventilator D und die Windleitung E wird der Wind zugeführt, wobei durch den Hahn F die zugeführte Windmenge regulirt wird, während durch die Klappe G die Verbindung zwischen Ventilator und Ofen aufzuheben ist. Die Riemscheibe H vermittelt die Bewegung des Motors auf den Ventilator. Die Dimensionen des Ofens müssen den Umständen angepasst werden. Das Feuer wird mit trockenen Holzspänen angelegt, nach deren kräftiger Inbrandsetzung man Steinkohlen oder Koks auflegt; demnächst lässt man durch den Ventilator vorsichtig Wind einströmen und bringt den Ofen, nachdem das Brennmaterial etwa binnen 15 bis 20 Minuten vollständig in Brand gerathen ist, in die Nähe der in Angriff zu nehmenden Stelle und lässt rasch gepresste Luft zutreten, in welche fein zertheilte Wassertröpfchen eingespritzt sind, welche sich in dem Feuer zersetzen sollen. Die Flamme tritt wie aus einer grossen Löthrohrspitze hervor und bestreicht den Ortsstoss, so dass nach kurzer Zeit Gesteinstücke abspringen und zu Boden fallen, von wo sie der den Ofen bedienende Arbeiter mit einem geeigneten Gezähe hervorzieht. Um den Arbeiter gegen die heftig umherfliegenden Gesteinsplitter zu schützen, muss er sein Gesicht mit einer aus festem Drahtgewebe bestehenden Maske schützen. Sind starke Risse oder Sprünge im Gestein entstanden oder lösen sich Wände und Schalen ab, so zieht der Arbeiter den Ofen zurück und schreckt das Gestein mit Wasser ab, wozu er sich eines mittelst Röhren zugeführten Wasserstrahls oder einer Handspritze bedient. Nachdem die getrennten Gesteinmassen beseitigt und das Arbeitsort wieder frisch ist, wird der Ofen von Neuem herangeschoben, worauf der Vorgang wieder beginnt. Dem Arbeiter muss durch eine besondere Röhrenleitung die nöthigo Luft in reichlicher Menge zugeführt werden, falls der Wetterwechsel vor Ort nicht völlig ausreicht, die durch Feuer verdorbene Luft schnell zu beseitigen.

Nach Hugon soll auf den Gruben von Challanges in Frankreich bei einem Zeitaufwande von 55 Stunden eine Strecke von 1,2 Meter Breite und 1,8 Meter Höhe um 1,5 Meter mit diesem Apparat verlängert worden sein, während in derselben Strecke zwei Arbeiter mittelst der gewöhnlichen Sprengarbeit in einem Monat nur 1,5 bis 2 Meter vorzurücken vermochten. Ueber die sonstigen ökonomischen Verhältnisse dieser Gewinnungsmethode giebt die Quelle keine Auskunft.

[373]) Dingler polyt. Journal. Bd. 189. S. 461. — Ebenda. Bd. 191. S. 363. — Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1868. S. 398.

VII. Anwendung des Wassers.

Das Wasser wirkt:

a. Ausdehnend.

Wenn man es auf hölzerne trockene Keile einwirken lässt, die in Folge dessen aufquillen und grosse Blöcke absprengen; so findet man die Anwendung beim Steinbruchsbetrieb, mehr noch für technische oder künstlerische Zwecke.

b. Auflösend,

beziehungsweise auslaugend, in dieser Weise fast ausschliesslich bei der Gewinnung von Steinsalz vorkommend.

1. Sinkwerke.

Der Betrieb der Sinkwerke im Salzthon ist eine Abbaumethode und wird in diesem Abschnitt abgehandelt werden, dahin gehört auch das Aussoolen der Steinsalzlager mittelst Bohrlöcher oder Schächte, was in die Salinenkunde eingreift. Hier sind zu besprechen:

2. Spritzwerke.

Die Gewinnungsmethode im Salzthon mittelst Spritzwerke wurde vom Bergmeister Ramsauer zu Hallstadt und Ischl eingeführt und hat von dort mit mehr oder weniger Bestand Verbreitung gefunden[374]. In den meisten Fällen ist ein gewisser Druck der Wasser erforderlich; dieselben treten in Strahlen von der Richtung des herzustellenden Betriebes aus den Zuleitungsröhren heraus, lösen das Salz auf und veranlassen das Niederfallen der hierdurch ihren Zusammenhalt verlierenden unlöslichen Theile als Schlamm.

aa. Beim Ortsbetriebe dienen die Spritzwerke zum Schrämen und Kerben. Am Ende der Zuleitungsröhren befindet sich eine senkrechte Röhre, welche gegen die Firste verspreizt wird, und an welche sich in der Höhe, wo der Schram geführt werden soll, eine horizontale Röhre wie die Ortsbreite lang, anschliesst, die Wandung dieser Röhre ist gegen das Ort zu mit Löchern versehen. Wird in der Zuleitungsröhre der Hahn geöffnet, so treten Wasserstrahlen in horizontaler, gegen das Steinsalz wirkender Richtung heraus und lösen das Steinsalz auf, wodurch der Schram gebildet wird; meistentheils erfolgt das Schrämen auf der Sohle. Gleichzeitig stehen senkrechte Röhren mit der Zuleitungsröhre in Verbin-

[374]) Huyssen: Der Salzbergbau und Salinenbetrieb in Oesterreich, Steiermark und Salzburg in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 2B. S. 31. — Hailer: der Salzbergbau zu Berchtesgaden; ebenda. Bd. 4B. S. 39.

dung, entweder auf beiden oder nur auf einem Ortsstosse, durch welche die Wasser zum Kerben ausgestrahlt werden; dabei lässt man anfänglich nur aus den oberen Löchern und nach und nach erst aus den unteren Löchern das Wasser spielen, weil das von oben herabtropfende Wasser schon auf den unteren Theil des Stosses wirkt.

bb. Beim Betriebe enger Oerter spart man Schrämen und Kerben, indem man dem Apparat ein Mundstück mit rosenförmig gestellten Löchern giebt und die parallelen Wasserstrahlen Anfangs nur gegen den oberen Theil des Ortes spritzen lässt und dann allmälig das Mundstück nach unten senkt, so dass in solcher Weise der ganze Ortsstoss auf einmal aufgelöst wird.

cc. In gleicher Weise wie beim Schrämen und Kerben im Ortsbetrieb verfährt man beim Abschlitzen von Kernsalzmassen oder bei Erweiterung eines Orts Behufs Einbringung von Mauerung oder dergl. m.

dd. Beim Schachtabteufen stösst man zuerst ein Bohrloch und lässt dann durch eine Fallröhre aus einem Mundstücke die Wasserstrahlen rosenförmig divergirend heraustreten.

ee. Beim Ueberbrechen lässt man nur einen einzigen dicken Strahl aufwärts wirken, derselbe muss aber stark sein und durch einen ziemlich hohen Wasserdruck emporgetrieben werden; das an den Stössen herabfliessende Wasser bewirkt die weitere Auflösung.

In allen Fällen ist Nacharbeit erforderlich, entweder zur Hereingewinnung der unterschrämten und abgeschlitzten Steinsalzpartien oder zur Correctur der Orts- und Schachtstösse; man bedient sich alsdann entweder der Sprengarbeit oder Keilhauenarbeit, wozu man eine besondere Keilhaue, das Wirkeisen, von $1\frac{1}{2}$ kg Gewicht anwendet.

Als Zuleitungsröhren für das Wasser wurden von Ramsauer Holzröhren benutzt, die Spitzröhren und Mundstücke stellte er von Messingblech her, welche in Muffen drehbar in die Holzröhren gesteckt wurden, die Löcher sind 1 bis 2 Millimeter weit. Hailer erklärt sich gegen die allgemeine Anwendung, indess hatte man bei der Soolgewinnung in Hallstadt im Jahre 1851 binnen 11 Jahren eine Ersparung von über 35000 Gulden österr. erhalten. Als ein Vorwurf gegen diese Betriebsmethode wird geltend gemacht, dass die Spritzarbeit dem Salzgebirge vorzeitig Wasser zuführe und Auslaugungen und Aufquellungen veranlasse, wo man sie nicht beabsichtigt; dies ist in sehr vielen Fällen begründet und besonders in Erwägung zu ziehen, wo die Strecken lange Dauer haben sollen.

Die Anwendung der Spritzröhren zum Schlitzen bei der Gewinnung des derben Steinsalzes setzt voraus, dass man strossenartig verhaut und oben bereits vorgegangen ist. Auf dem Steinsalzbergwerk bei Hall am Kocher[375]) hat das Steinsalzlager eine Mächtigkeit von 8,788 Meter;

[375]) Krause: Das Steinsalzbergwerk Wilhelmsglück zu Hall am Kocher, a. a. O. Bd. 4B. S. 240.

in demselben wird am Dache mit 2 Meter hohen, 4 Meter weiten Oertern vorgegangen und in solcher Weise bildet man quadratische Pfeiler von 4 Meter Seite; dann wird abgeschlitzt, indem man zunächst auf der ganzen Höhe einen Schlitz von 26 Millimeter Breite und 26 Millimeter Tiefe mit der Keilhaue führt und hierauf das Wasser wirken lässt. Aus einer leicht beweglichen Rinne, welche mit einer Röhrenleitung in Verbindung steht, lässt man einen Wasserfaden in der Stärke eines Strohhalms herabrieseln, allmälig zieht man die Rinne zurück oder schiebt sie vor, wenn man von vorn arbeitet. Der Schlitz bildet sich nicht in gerader Linie, sondern bogenförmig aus, weil das Wasser wegen der Aufnahme von Salztheilen in oberer Höhe unten nicht mehr die auflösende Kraft besitzt, daher schiebt man von Zeit zu Zeit die Rinne wieder vor und lässt das Wasser an einer Schnur herabträufeln, damit es die unten stehen gebliebenen Salztheile fortnimmt. Bei 6,591 Meter Höhe verbraucht jede Schlitzrinne in der Stunde 0,031 Kubikmeter Wasser und stellt 0,059 Quadratmeter Schlitzfläche her; ein Mann kann 12 Rinnen in der 12stündigen Schicht warten.

Auch auf dem Steinsalzbergwerk zu Stassfurt wurden die Spritzwerke angewendet, aber im Jahre 1861 wieder aufgegeben, weil die Arbeit zu langsam fortschritt, das Steinsalz für das Mahlwerk verunreinigt wurde, und man die sonst überflüssige Wasserhaltung aufrecht erhalten musste, indem man keine Gelegenheit mehr zur Versiedung der gebildeten Soole in Stassfurt hatte. Man führte 9,369 Meter hohe und breite Strecken, indem man in der Firste ein 2 Meter hohes Einbruchsort von der ganzen Breite der Strecke trieb und dann drei verticale Schlitze mit Wasser führte, was hier wegen der im Steinsalz befindlichen Gipsschnüre schwieriger, als in Süddeutschland war; die abgeschlitzten Pfeiler wurden durch Schiessarbeit gewonnen, die aber jetzt wieder allgemein angewendet wird. Auf dem Steinsalzbergwerk St. Nicolas bei Varangéville (Departement Meurthe)[376]) werden in dem 21 Meter mächtigen Steinsalzlager rechtwinkelig sich kreuzende Strecken von 8 Meter Breite, $5^1/_2$ Meter Höhe getrieben, zwischen welchen Pfeiler von 6 Meter Stärke stehen bleiben; es werden senkrechte Schlitze in je 2 Meter Abstand von einander geführt und die so gebildeten schmalen Steinsalzpfeiler durch Schiessarbeit gewonnen. Zur Ausgewinnung der Firste in den so gebildeten Abbauörtern wird ausschliesslich Spritzarbeit benutzt und in solcher Weise eine Streckenhöhe von 17 Meter gebildet.

Anhangsweise lässt sich hier erwähnen das Auslaugen alter kupferkieshaltiger Halden mittelst Wasser z. B. zu Schmöllnitz, auf Anglesea und in Wales, Behufs der Gewinnung von Cementkupfer.

[376]) Althans: Das Salzwerk St. Nicolas a. a. O. Bd. 12B. S. 293.

c. Fortschaffend.

Die Anwendung des Wassers zur räumlichen Fortbewegung der zu gewinnenden Massen erfolgt bei Gewinnung von Seifen, in grossem Maassstabe in Californien[377]). Ein starker Wasserstrahl, dessen Druckhöhe schon bis 40 Meter gesteigert worden ist, wird gegen den unteren Theil des Seifenstosses gerichtet, unterwühlt diesen, bis auch der obere hereinbricht, und schwemmt Alles fort, das Gold in Gräben oder Gerinnen absetzend; es kommt darauf an, den Wasserstrahl stark genug wirken zu lassen. Das Wasser wird in Schläuchen von Leder oder Segeltuch, welche mit Mundstücken versehen sind, zugeführt, bei einer Ausflussöffnung von 39 Millimeter Durchmesser und einem Druck von 28 Meter Höhe kann durch einen Burschen die Arbeit von 10 Männern, welche in gewöhnlicher Weise die Seifen gewinnen, geleistet werden, je nach der Natur des Seifengebirges selbst die von 20 Mann. Da die Schläuche dem grossen Druck der Wassersäule nicht widerstehen konnten und häufige Reparaturen veranlassen, hat man in neuerer Zeit eiserne Röhren angewendet, welche vorn mit Mundstücken versehen sind; dieselben sind durch eine wasserdicht abschliessende nach allen Seiten drehbare Kapsel an die Leitung angeschlossen, so dass dem Wasserstrahl jede beliebige Richtung gegeben werden kann[378]). Man hat zu diesem Zweck in Californien Anlagen von grossen Wasserleitungen, oft bis 80 englische Meilen lang; im Jahre 1858 hatte man 5726 Meilen (englisch) Röhrenleitungen mit 13575400 Dollars Anlagekapital angelegt, wobei die kleinen Nebenzweige von 100 Meilen Länge und die noch im Bau befindlichen Leitungen nicht mitgerechnet sind.

VIII. Anwendung eines Sandstrahls.

Das von Tilghman in Philadelphia erfundene und bereits 1870 patentirte Verfahren[379]), durch einen mittelst eines gepressten Windstroms ausgeblasenen Sandstrahl harte Substanzen, wie namentlich Glas, anzugreifen und zu ätzen, ist durch die Ausstellung in Wien, wo ein derartiger Apparat von Tilghman ausgestellt und in Thätigkeit gesetzt war, allgemeiner bekannt geworden[380]). Ein solcher Sandstrahl, welcher unter einem Drucke von 10 Centimeter Wassersäule fortgeblasen wird, ist im Stande, eine Glas-

[377]) Hydraulischer Abbau der Goldseifen in Californien in berg- und hüttenm. Zeitung. Freiberg 1860. S. 120.

[378]) The Engineering and Mining Journal. New York 1871. S. 130. Vol. 19. p. 146. 161. Vol. 24. p. 64. — Annales des mines. Paris. 7 série, tome IX. p. 1. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1877. S. 273. — Transactions of the American Institute of Mining Engineers. Vol. VI. p. 27. — Koch in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26 B. S. 311.

[379]) Dingler polyt. Journal. Bd. 206. S. 265.

[380]) Ebenda. Bd. 212. S. 14. 524.

scheibe binnen 10 Sekunden vollständig matt zu schleifen. Man hat vorgeschlagen, diese Erfahrung zum Bohren von Löchern im Gestein zu benutzen, indem man einen solchen Sandstrahl mittelst gepresster Luft oder gepresstem Dampfe gegen das Gestein wirken lässt[381]). Dieser Vorschlag ist der Beachtung werth, welche er durch Anregung zu Versuchen in der Versammlung der Berg- und Hüttenmänner im österreichischen Ingenieur- und Architekten-Verein gefunden hat[382]); es ist dort vorgeschlagen worden, das Verfahren, falls es nicht zum Abbohren ganzer Sprengbohrlöcher benutzt werden könnte, zum Erweitern derselben in ihren unteren Theilen, also zur Bildung eines Pulversacks Behufs Aufnahme der Sprengladung zu verwenden.

B. Maschinenarbeit.

Die Arbeit mit Maschinen soll einerseits die beim Bergbau immer kostspieliger werdende und wegen Mangels ausreichender bergmännischer Bevölkerung nicht überall zur Genüge zu beschaffende Handarbeit ersetzen, andrerseits die Arbeit selbst beschleunigen; die Bestrebungen sind auf Einführung der Maschinen sowohl beim Bohren, wie beim Schrämen und Schlitzen gerichtet und werden zur Zeit noch in allen Bergrevieren auf Auffindung des zweckmässigsten Princips hingelenkt.

Als bewegende Kraft ist vorzugsweise comprimirte Luft, aber auch Dampf und Wasser zur Anwendung gekommen; das letztere wird immer an locale Bedingungen gebunden sein, der Dampf empfiehlt sich nicht beim Grubenbetrieb, weil in den engen Räumen dadurch zu grosse Hitze hervorgerufen wird und eine künstliche Beseitigung des ausgeblasenen Dampfes nothwendig ist, wogegen die aus der Maschine austretende Luft zur Vermehrung der Wettercirculation beiträgt, weshalb der Anwendung der comprimirten Luft der Vorzug zu ertheilen ist, wenn auch durch die Compression der Luft ein Theil des Nutzeffects des ursprünglichen Motors verloren geht[383]). Neuerdings tritt auch die Elektricität als bewegende Kraft auf.

I. Maschinenbohren.[384])

Das Bohren mittelst Maschinen ist stossend und drehend versucht und angewendet worden. Die ersten Angaben von Bohrmaschinen sollen

[381]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1874. S. 112.

[382]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1878. S. 50.

[383]) Dingler polyt. Journ. Bd. 201. S. 6. — Berggeist. Köln 1871. S. 188; 1876. S. 37. — Zeitschr. d. Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 15. S. 779.

[384]) Dr. F. M. Stapff: über Gesteinbohrmaschinen. Verlag des Verfassers 1869. — Dr. Ad. Gurlt: der Darlington-Gesteinbohrer. Bonn 1875. — Dr. Zwick: neuere Tunnelbauten. Leipzig 1873. — Beuther in Zeitschr. des Vereins deutscher Inge-

schon 1813 von Richard Trevithik in Cornwall gemacht worden, doch soll man nicht aus dem Stadium des Experiments herausgetreten sein[385]).

a. Stossendes Bohren.

1. Angeregt durch den Oberberghauptmann von Beust zu Freiberg hat der Modellmeister Schumann[386]) daselbst im Jahre 1856 eine stossende Bohrmaschine construirt, mit welcher Versuche beim Betriebe des Rothschönberger Stollns angestellt wurden; seitdem hat die Maschine von Schumann manche Verbesserungen erfahren und ist an verschiedenen Orten in Benutzung genommen worden. Die Construction ist folgende: der Betriebscylinder, 118 Millimeter weit, 209 Millimeter lang, liegt auf einem Rahmen, der vorn mit zwei verstählten Spitzen versehen ist, mit welchen der Apparat gegen die Stelle, wo das Bohrloch eingebracht werden soll, gestemmt wird; am entgegengesetzten Ende ist in dem Bügel des Rahmens eine Schraube angebracht, welche einen klauenförmigen Kopf hat, mit dem die Schraube in eine eingeschlagene Spreize eingepresst wird, so dass der ganze Apparat festzustellen ist. Der Cylinder ist verschiebbar, indem in entsprechenden Einschnitten die Cylinderdeckel auf den Seitenarmen des Rahmens ruhen; das Verschieben erfolgt durch eine lange seitliche Schraubenspindel, welche durch eine am Cylinder befestigte Schraubenmutter geht und durch ein konisches Vorgelege mit Kurbel bewegt wird. Die Maschine ist in der neueren Construction mit Schiebersteuerung versehen, während früher eine Hahnsteuerung angebracht war; der Schieber wird durch ein kleines auf einer Querwelle sitzendes Excentrik bewegt, indem die Welle mittelst gewöhnlichen Vorgeleges und Kurbel gehandhabt wird. Die Welle trägt eine Schraube ohne Ende, welche ein wurmförmiges Rad bewegt, das seinerseits in eine Nute der Bohrstange greift und diese umsetzt. Die Bohrstange ist mit der Kolbenstange verbunden, welche durch beide Cylinderdeckel hindurchgeht und an dem vom Bohrloch abgekehrten Ende noch ein Gewicht trägt, um den Stoss zu verstärken; das nach dem Bohrloch

nieure. Bd. 20. S. 173. Derselbe in österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1876. S. 261. — André a. a. O. p. 145. 168. — Riedler: Gesteinbohrmaschinen u. Luftcompressionsmaschinen. Wien 1877. S. 6. — Derselbe in österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1877. S. 439 und in berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1877. S. 267. — Darlington in the Mining Journal. London 1877. p. 851. 879. 907. 935. 963. 991. 1019. 1075. 1131. 1187. 1299. 1355.

[385]) Dr. Gurlt: a. a. O. S. 5.

[386]) Gerlach: Beschreibung des Schumann'schen Apparats zum Bohren von Löchern in Stein, im Freiberger Jahrbuch f. d. Berg- u. Hüttenmann a. d. J. 1861. S. 206. — Berg- u. hüttenm. Ztg. von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1862. S. 7. — Dingler polyt. Journal. Bd. 201. S. 9. — Berggeist. Köln 1871. S. 189. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingen. Bd. 15. S. 781; Bd. 20. S. 173. — Dr. Gurlt a. a. O. S. 8. — Dr. Zwick a. a. O. S. 49.

zugekehrte Ende der Stange ist dicker, als das andere, weil zur Rückwärtsbewegung weniger Kraft erforderlich ist, als zum Stoss auf das Gestein. Zur Bedienung sind zwei Mann erforderlich, von denen der eine die Kurbel zum Nachschieben des Cylinders, der andere die zur Steuerung und zum Umsetzen der Bohrstange handhabt.

Die Maschine von Schumann hat an verschiedenen Punkten Anwendung gefunden und ist vielfach in ihren Einzelheiten mit Beibehaltung des Princips abgeändert worden. Eine solche Abänderung hat auch der Werkmeister Bergström[387]) in Schweden vorgenommen und die Maschine unter seinem Namen patentiren lassen; der wesentliche Unterschied besteht darin, dass der Steuerungsschieber nicht an der Kurbel mittelst der Hand, sondern durch die Maschine selbst bewegt wird. Die Maschine findet in Schweden mannigfache Anwendung.

2. Schon im Jahre 1855 wurde in England ein Patent auf eine Bohrmaschine an Thomas Bartlett ertheilt, welche im Wesentlichen aus zwei mit einander verbundenen Cylindern besteht; in dem einen derselben wird mittelst Dampf ein Kolben bewegt, dessen Stange durch den Cylinderdeckel hindurchgeht und als Kolbenstange für einen im zweiten Cylinder befindlichen Kolben dient. Bei jedem Kolbenspiele wird in den zweiten Cylinder durch eine Oeffnung Luft von atmosphärischer Spannung angesogen und durch die Bewegung des Kolbens verdichtet. Um die Kraft der verdichteten Luft nutzbar zu machen, befindet sich in dem Luftcylinder noch ein zweiter Kolben, welcher von dem zwischen beiden Kolben entstehenden Luftpolster vorwärts getrieben wird und die an ihm angebrachte Bohrstange auf das Gestein wirken lässt. Der Hauptunterschied gegen die Schumann'sche Maschine besteht darin, dass hier die Luft erst in dem Cylinder comprimirt wird und ihr Arbeitsmoment erhält, während bei Schumann dem einen vorhandenen Kolben die Luft comprimirt zugeführt wird; ausserdem empfiehlt die Benutzung von Dampf die Anwendung der Maschine von Bartlett in Grubenräumen nicht[388]).

3. Bei der Herstellung des Eisenbahntunnels durch den Mont Cenis sollte die Bartlett'sche Maschine in Gebrauch genommen werden, sie wurde aber verdrängt durch die Maschine von Someiller[389]). Die bewegende

[387]) Stapff: Gesteinbohrmaschine in berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1866. S. 196. — Ebenda 1867. S. 384. — Ebenda 1877. S. 93. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Jahrg. 1868. S. 75. — Dingler polyt. Journ. Bd. 201. S. 10. — Berggeist. Köln 1871. S. 189. — Zeitschr. d. Vereins deutsch. Ingen. Bd. 15. S. 782. — Dr. Gurlt a. a. O. S. 9. — Dr. Zwick a. a. O. S. 50. — Soulié et Lacour: matériel et procédés de l'exploitation. Paris. p. 27.

[388]) Dr. Gurlt a. a. O. S. 6. — Berg- u. hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1877. S. 145.

[389]) Berg- u. hüttenm. Zeitung v. Bornemann u. Kerl. Freiberg 1862. S. 8. Leipzig 1877. S. 145. — Dr. Gurlt a. a. O. S. 6. — Dr. Zwick a. a. O. S. 8. 49. 52. — Glückauf. Essen 1873. No. 30; Jhrg. 1874. No. 7. — Amtl. Bericht über

Kraft ist hier direct eingeführte comprimirte Luft. Der Cylinder ist 6 Centimeter weit, 20 Centimeter lang und ruht auf einem Rahmen, der Kolben macht 200 Vor- und Rückwärtsbewegungen in der Minute und trägt nach der dem Gestein zugekehrten Seite die Bohrstange mit dem Meisselbohrer, an der abgekehrten Seite eine Schraube, mittelst welcher die Vorwärtsbewegung des Cylinders bewirkt wird. Die Schiebersteuerung wird von einem Hilfscylinder, der 6 Centimeter weit ist und 10 Centimeter Hub hat, in Bewegung gesetzt, indem von dem Kolben desselben aus durch konische Transmission eine längs des Rahmens liegende Welle bewegt wird, die auf den Schieber wirkt. Von der Welle aus erfolgt auch das Umsetzen des Meissels, indem ein auf derselben befindlicher Sperrkegel in das mit 16 Zähnen versehene, an der Kolbenstange sitzende Sperrrad eingreift, so dass in 16 Hüben einmal die Peripherie durchlaufen wird. Die Kolbenfläche ist nach der Arbeitsseite hin geringer, als an der entgegengesetzten, weil dort die Kolbenstange dicker ist, durch die Differenz wird die Wirkung des Bohrers auf das Gestein verstärkt; um die Wirkung der Stösse auf das gehende Zeug zu brechen, sind der Schieber und die Luftzuführungskanäle so angeordnet, dass vor und hinter dem Kolben Luftpolster sich bilden. Durch die Steuerungswelle wird auch der Cylinder in bestimmten Pausen, je nach dem Vorrücken des Bohrers, vorwärts geschoben; der Schraube an der vorwärts gekehrten Seite der Kolbenstange entsprechen Zähne an der innern Seite der Rahmenstangen, durch Vorschieben einer Muffe mittelst eines Ansatzes der Steuerungswelle wird diese Schraube oder dieses Wurmrad von Zeit zu Zeit gekuppelt und um einen Zahn vorwärts geschoben, so dass der Cylinder und mit ihm die Bohrstange sich vorwärts bewegen. Die Maschine wiegt 4 Centner und ist zu schwer für den Betrieb in engen Grubenbauen, sie erfordert einen Mann zur Bedienung, der für rechtzeitiges Auswechseln etwas schadhaft gewordener Bohrer und für die Wartung der Maschine Sorge zu tragen hat. Die Maschine hat sich aber bei den Tunnelarbeiten im Mont Cenis sehr bewährt, indem dadurch die Führung des Richtstollens sehr beschleunigt worden ist. Man bringt bis zu 10 Stück solcher Maschinen auf einem Gestellwagen[390]), welcher auf einem Schienengeleise bewegt wird, vor Ort und in verschiedene Richtungen gegen die Angriffsfläche, so dass gleichzeitig eine grössere Zahl von Bohrlöchern gebohrt und gesprengt werden kann: man bohrt innerhalb 6 Stunden 60 bis 80 Löcher, die Zeit zum Verstellen der Maschinen und zum Einwechseln der Bohrer eingerechnet und braucht eben so viel Zeit zum Schiessen, Beräumen und Wiedervorschieben der Maschinen, so dass innerhalb 24 Stunden zwei Mal geschossen wird und das Vorrücken bei regel-

die Wiener Weltausstellung im J. 1873 durch die Centralcommission des deutschen Reiches. Braunschweig 1874. Bd. 1. S. 35.

[390]) Hoffmann: Der Tunnel durch den Mont Cenis, in Zeitschrift für Bauwesen von Erbkam. Jahrg. XVI. S. 299.

mässiger Arbeit auf jeder Tunnelseite 2 Meter betrug[391]). Zu bemerken ist noch, dass mit Hilfe eines Wasserstrahles das Bohrmehl beständig ausgespritzt wird, hierdurch also die Arbeit wesentlich erleichtert und die längere Erhaltung der Bohrer bewirkt wird. Die Löcher stehen meist horizontal, nur die oberen etwas nach Oben, die unteren etwas nach Unten geneigt, ihr Durchmesser ist $2^1/_2$ bis 3 Centimeter; ausserdem bohrt man ein oder mehrere Löcher von 9 bis 12 Centimeter Durchmesser von gleicher Tiefe, wie die anderen, welche aber nicht besetzt werden, sondern nur als Einbruch dienen. Man bohrt die Löcher in mehren horizontalen Reihen, in einer mittleren Reihe bringt man die Einbruchslöcher an; die Löcher dieser Reihe ausschliesslich der Einbruchslöcher und die der darüber liegenden Reihe werden weggethan, erst dann folgen nach und nach die übrigen Reihen. In anderen Fällen setzt man die Löcher in concentrische Kreise, im Mittelpunkt ein Einbruchsloch und thut dann die Löcher in den einzelnen Kreisen, von der Mitte zur Peripherie vorschreitend, weg[392]). Das im November 1857 begonnene Werk ist am 10. Februar 1871 vollendet worden; die gesammte Länge beträgt 12236 Meter[393]). Der Leiter der Arbeit, Someiller, hat die Vollendung noch schauen dürfen, er starb aber bald darauf am 11. Juli 1871 im Alter von 56 Jahren[394]). — Bei dieser Gelegenheit mag erwähnt sein, dass der im Sommer 1872 von Airolo auf italienischer Seite und von Göschenen auf schweizerischer Seite begonnene Richtstolln des Gotthardtunnels am 29. Februar 1880 zum Durchschlag gelangte und eine Gesammtlänge von 14912,4 Meter erreichte. Der Unternehmer Favre hat das Endziel seiner Bestrebungen nicht mehr erlebt. Inzwischen ist der Tunnel fertig gestellt und wird seit 1881 ordnungsmässig befahren. — Auch einer bergmännischen derartigen Unternehmung des Sutro-Stollns kann hier gedacht werden, welcher zur Lösung des Comstockganges in Nevada von Sutro im October 1869 angesetzt wurde und im August 1878 bei einer Länge von 6141 Meter das Ziel erreichte.

Auch beim Bergbau ist die Maschine von Someiller in neuerer Zeit zur Anwendung gelangt und zwar auf der Grube Marihaye bei Lüttich[395]). Die Luft wird in zwei doppelt wirkenden Luftpumpen, deren Cylinder 0,45 Meter Durchmesser und 1 Meter Kolbenhub haben, durch eine 40 Pferde kräftige Dampfmaschine comprimirt, in ein aus mehren Dampfkesseln be-

391) Glückauf, berg- u. hüttenm. Zeitg. 1867. No. 32.

392) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1867. S. 207.

393) Berggeist. Köln 1871. S. 48. — The Mechanics' Magazine. London. Vol. 95. S. 234.

394) Berggeist. Köln 1871. S. 385.

395) Bulletin de la Société de l'industrie minérale. Tome XIV. 1868—1869. S. 393. 2 série. t. I. p. 385; t. II. p. 10. — Berggeist. Köln 1871. S. 189. — Dingler polyt. Journal. Bd. 201. S. 9. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1873. S. 87. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1873. S. 104. — Soulié et Lacour a. a. O. p. 91.

stehendes Reservoir von 140 Kubikmeter Fassung gedrückt und geht mit einer Pressung von 3 bis 5 Atmosphären durch eine 0,10 Meter weite eiserne Röhre durch den 412 Meter tiefen Schacht, von wo sie in 0,05 Meter weiten eisernen Röhren in zwei Strängen zu den Arbeitsmaschinen geleitet ist; dieselben sind mit der eisernen Luftleitung durch Kautschukröhren verbunden. Es wurden zwei gegenüberliegende Strecken aufgefahren, zu deren Betrieb 4 Maschinen vorhanden sind, welche auf Schienenwegen laufen; während vor dem einen Ort gebohrt wird, werden an dem anderen die gebohrten Löcher besetzt und weggethan und die Berge weggefördert.

4. Die Maschine von Dubois und François[396]) Bei den Tunnelarbeiten am Mont Cenis war Dubois als Ingenieur beschäftigt, während François in der Maschinenfabrik von Cocquerill zu Seraing bei Herstellung der Maschine von Someiller thätig war; beide haben sich bemüht, die Mängel der Maschine zu beseitigen und sie dadurch zu vervollkommnen. Das Resultat ihrer Bemühungen war in Wien in mehren Exemplaren ausgestellt[397]), angewendet ist diese Maschine inzwischen beim St. Gotthardtunnel, so wie auf mehreren Gruben in Belgien und Nordfrankreich und zu Ronchamp in Frankreich[398]), auch auf der Mathildegrube in Oberschlesien[399]). Auch beim Schachtabteufen hat die Maschine Anwendung gefunden, so auf der Kohlengrube Wérister bei Lüttich und auf der Paulusgrube in Oberschlesien[400]). Die Maschine unterscheidet sich von der von Someiller im Wesentlichen dadurch, dass der complicirte Hilfsapparat zur Bewirkung des Vorschubes in Wegfall gekommen ist. Die Figuren 149 bis 152 geben ein Bild dieser Maschine. An der ziemlich langen Kolbenstange b sitzt der Kopf a zur Aufnahme der Bohrer, der Kolben c bewegt sich in dem Cylinder d; zur Steuerung dient ein Muschelschieber, die an dessen Stange angebrachten Kolben g und h bewegen sich in den Cylindern e und f, welche sich am Schieberkasten befinden. Der Durchmesser des Kolbens h ist grösser als der von g, so dass der Druck der durch den Hahn i über den Schieber eintretenden comprimirten Luft die Kolben mit dem Schieber vorwärts treibt und den Luftkanal hinter dem Arbeitskolben c öffnet, in Folge

[396]) André a. a. O. p. 156. — Riedler a. a. O. S. 61. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. II série t. 8. p. 873. 891.

[397]) Amtlicher Bericht über die Wiener Weltausstellung i. J. 1873 durch die deutsche Centralcommission. Bd. 1. S. 36. — Glückauf. Essen 1873. No. 30. Jahrg. 1874. No. 7. — The Mining Journal. London 1873. S. 884. 1406. 1432.

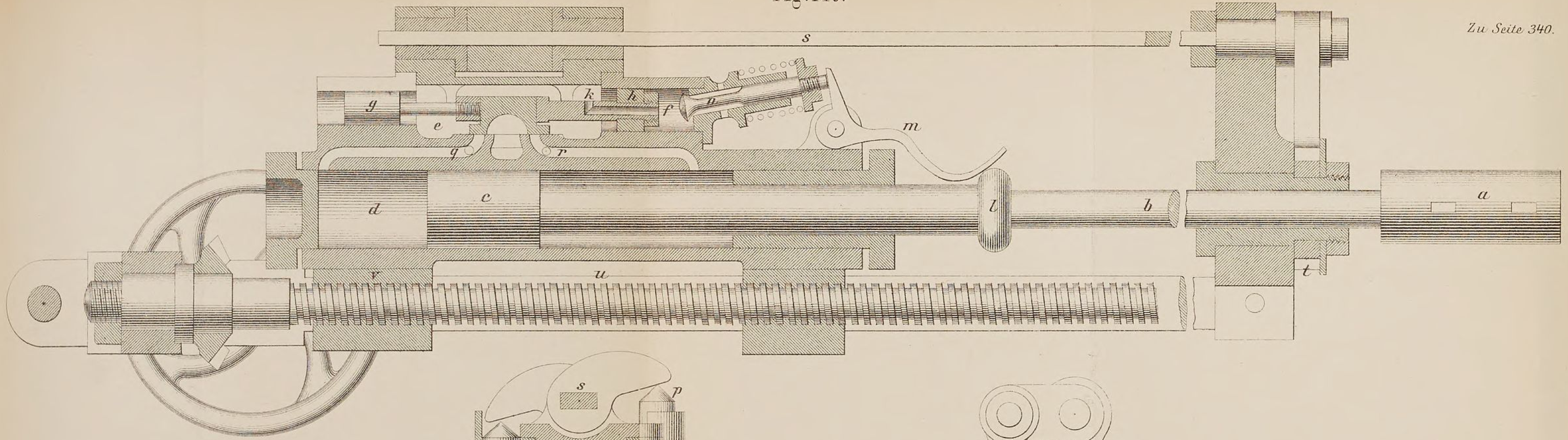
[398]) Dr. Ad. Gurlt: der Darlington-Gesteinsbohrer. Bonn 1875. S. 13. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. 2 série, tome I. p. 389. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1873. S. 167; 1877. S. 146. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 20. S. 215. — The Mining Journal. London. Vol. 45. p. 1041.

[399]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 25B. S. 224.

[400]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1876. S. 57. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 24B. S. 148.

Zu Seite 340.

Fig. 149.



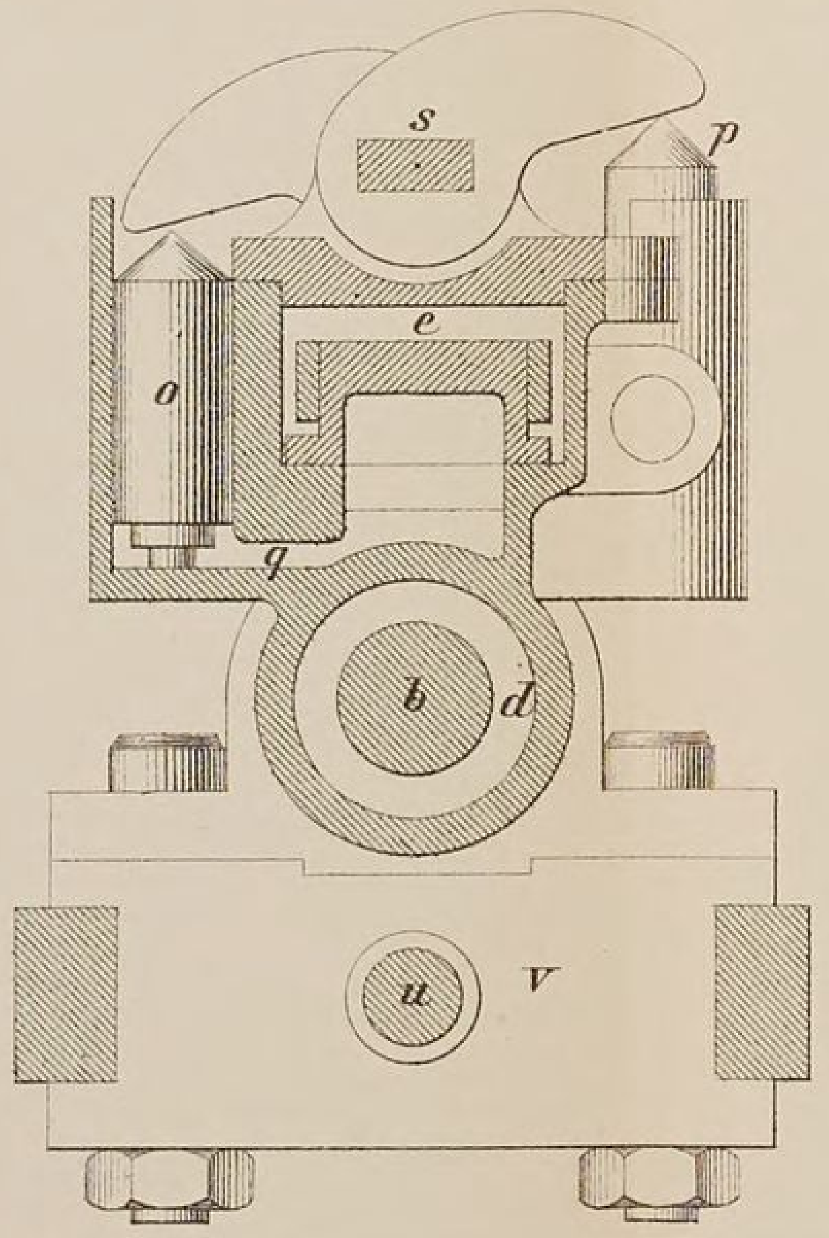


Fig. 151.

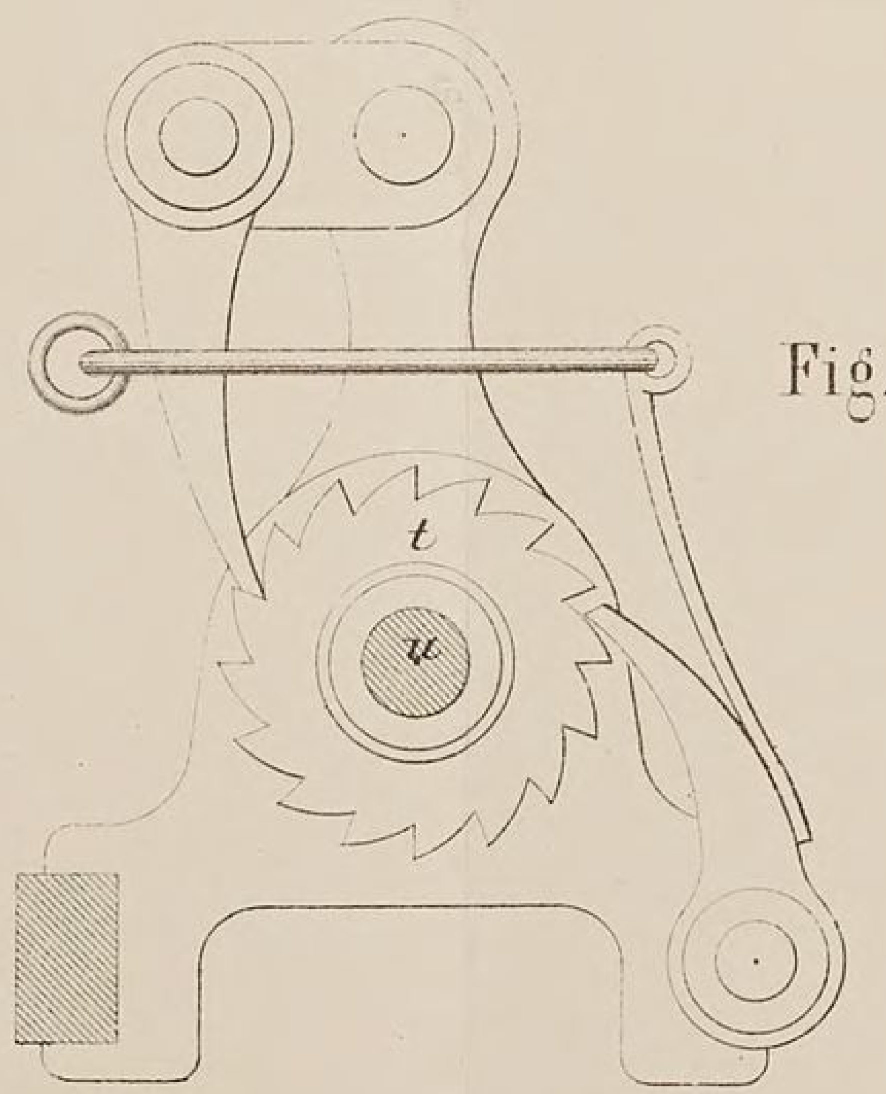
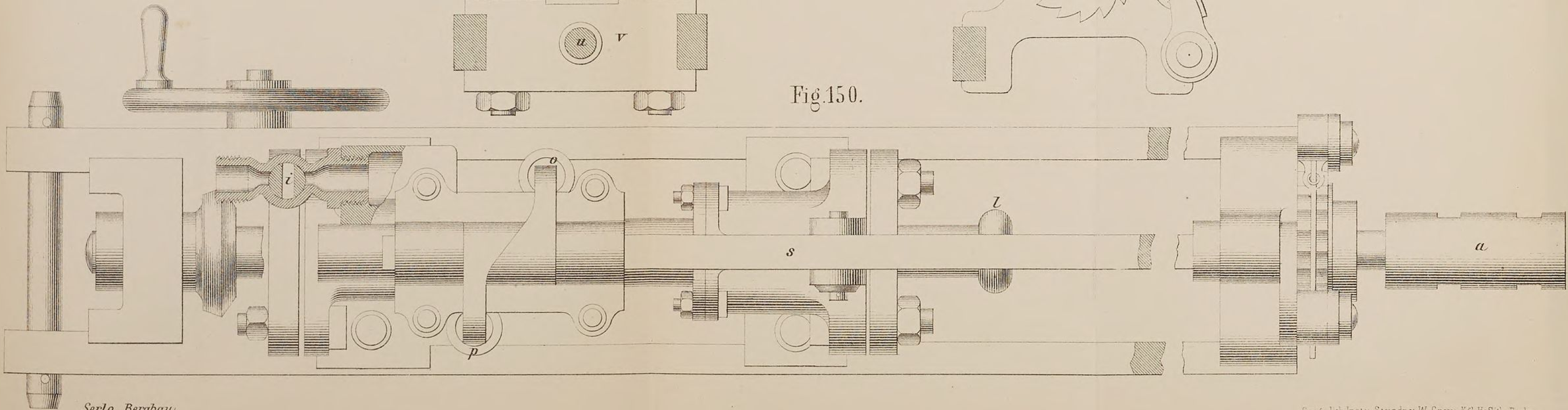


Fig. 152.

Fig. 150.



Geogr. lith. Inst. u. Steindr. v. W. Greve, Kgl. Hoflith. Berlin.

dessen dieser mit dem Bohrer vorwärts bewegt wird. Der Kolben h ist mit einer Durchbohrung k versehen, deren Oeffnung durch ein kleines Ventil regulirt werden kann. Durch dieselbe tritt langsam die Luft in den Cylinder f, wodurch das Gleichgewicht gegen beide Flächen des Kolbens hergestellt wird, so dass nun der Druck der Luft auf den Kolben g überwiegt, den Schieber zurückführt und der Luft den Zutritt vor den Kolben c gestattet. Dieser wird zurückgeführt, wobei der an der Kolbenstange angebrachte Bund l an die Klinke m anstösst, welche mittelst eines Hebelarmes das bisher durch eine Feder geschlossene Ventil n öffnet und der Luft in dem Cylinder f einen schnellen Ausweg gestattet, wodurch der ursprüngliche Stand wieder hergestellt wird und die eintretende Luft von Neuem auf den Kolben h wirken kann. Das Umsetzen des Meissels wird gleichfalls von der Maschine bewirkt, indem die Luft bei dem Vor- und Rückgange des Kolbens durch die in den Luftkanälen des Cylinders d angebrachten Oeffnungen q und r unter die einfach wirkenden Kolben o und p tritt, welche mittelst zweier Daumen die Stange s in nach rechts und links abwechselnde Drehung versetzen; diese trägt einen Arm mit Sperrklinke, welche in die Zähne des Rades t eingreift. Da letztere auf die Kolbenstange aufgekeilt ist, so muss diese an der Drehung des Sperrrades theilnehmen und sich bei jedem Rückgange des Bohrers um ein entsprechendes Stück drehen. Der Vorschub aber erfolgt mittelst Hand durch den Arbeiter, indem die Leitspindel u, welche in dem Ansatze v ihre Mutter hat, durch die Kurbel bewegt wird[401]). Der Durchmesser des Bohrcylinders beträgt 0,070 Meter, der Kolbenstange 0,050 Meter, die Länge der ganzen Maschine 2,200 Meter, das Gewicht einschl. des 28 Kilogr. schweren Schlagkolbens 220 Kilogr.; das Maximum der Schläge, welches man mit der Maschine geben kann, beträgt 500 in der Minute, gewöhnlich werden 250 bis 300 gegeben. Die Leistungen sind 0,040 Meter Loch in der Minute im Sandstein, 0,150 bis 0,200 Meter im Schieferthon[402]). Dubois und François haben ein Gestell construirt, auf welchem 2 bis 4 Maschinen gleichzeitig angebracht werden können und welches gestattet, den Bohrer in allen nothwendigen Richtungen auf das Gestein wirken zu lassen[403]). Als Bohrer wendet man, wie bei allen Bohrmaschinen, Z-Bohrer oder Kreuzbohrer an, je nach der Festigkeit des Gesteins. Die Vorzüge der Maschine werden so gerühmt, dass sie sich schnell einer grossen Verbreitung erfreut und auch beim Betrieb des St. Gotthard-Tunnels ausgedehnte Anwendung ge-

[401]) Ziebarth in Zeitschr. des Vereins deutscher Ingen. Berlin. Bd. 18. S. 719. — Dingler polyt. Journal. Bd. 215. S. 205. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1874. S. 21. — Pernolet in bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. 2 série, tome II. p. 32.

[402]) Glückauf. Essen 1873. No. 30.

[403]) Pernolet in bulletin etc. a. a. O. S. 58. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1874. S. 249.

funden hat[404]), wenn auch hier gerade anderen Maschinen, wie der von Ferroux, der Vorzug eingeräumt wurde, weil der nicht durch die Maschine selbst bewirkte Vorschub des Bohrers als ein Nachtheil angesehen wird, während man anderwärts die Regulirung des Vorschubes durch den Arbeiter als einen Vorzug anerkennt; auch soll das Auswechseln der Bohrer nicht schnell genug bewirkt werden können[405]). Eine ausgedehnte und völlig gelungene Anwendung haben diese Maschinen auf den Schacht Eboulet der Steinkohlengrube bei Ronchamp in Frankreich gefunden, worüber in der unten verzeichneten Quelle ganz ausführlich mit allen Details verhandelt wird[406]); ebenso beim Schachtabteufen im Felde der Gesellschaft l'Hôpital an der Mosel[407]).

5. Dem Ingenieur Schwarzkopff zu Berlin war die Aufgabe gestellt, eine Maschine zu construiren, um Behufs Sprengungen beim Wasserbau im Rhein Bohrlöcher von 78 Millimeter Durchmesser und 0,942 bis 1,151 Meter Tiefe herzustellen; er benutzte hierzu Dampfkraft, doch wurde auch comprimirte Luft versucht[408]). Die Maschine besteht im Wesentlichen aus einem kleinen Dampfcylinder von 183 Millimeter Durchmesser, 118 Millimeter Hub mit 105 Millimeter starker Kolbenstange, welche nicht fest mit dem Bohrer verbunden ist, sondern auf diesen als Hammer wirkt; die ganze Einrichtung hat Aehnlichkeit mit einem Dampfhammer. Die Steuerung erfolgt durch einen entlasteten Wilson'schen Drehschieber und wird durch die Maschine selbst bewirkt. Um die Drehung des Bohrers zu veranlassen, wird er nach jedem Schlage durch eine besondere Feder um 10 Millimeter gehoben und durch einen von der Kolbenstange aus bewegten Hebelmechanismus etwa um $^1/_{22}$ seiner Peripherie gedreht. Das Nachschieben des Cylinders erfolgt durch Drehen einer Schraube. Der Apparat wiegt 5 bis 6 Centner und macht 1100 bis 1200 Schläge in der Minute. Die bei den Rheinsprengungen erzielten Resultate sind in der unten bezeichneten Quelle[409]) näher angegeben. Für Grubenzwecke ist die Maschine zu schwer und würde sich nur dann dazu eignen, wenn sie mit comprimirter Luft betrieben werden könnte.

[404]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. ebenda S. 251.

[405]) Ebenda. Wien 1874. S. 354. — Glückauf. Essen 1874. No. 51.

[406]) Mattey: note sur la perforation mécanique aux mines de Ronchamp in bulletin de la société de l'industrie minérale 2 série, tome II. p. 385; deutsch in berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. 1875. S. 63.

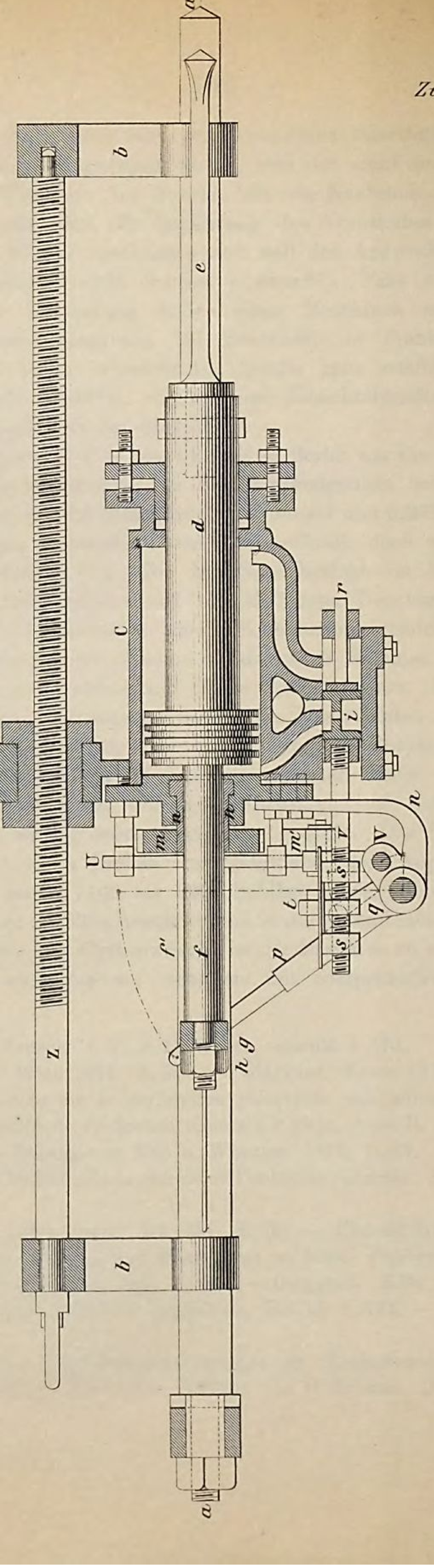
[407]) Lévy in bulletin de la sociéte de l'industrie minérale. St. Etienne. 2 série. tome 6. p. 677.

[408]) Dingler polyt. Journ. Bd. 151. S. 73. — Ebenda Bd. 153. S. 409. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1862. S. 36. — Dingler polyt. Journ. Bd. 201. S. 9. — Berggeist. Köln 1871. S. 189. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 15. S. 781. — Dr. Zwick a. a. O. S. 49.

[409]) Hartmann: Die Felsensprengungen im Rheinstrome von Bingen bis St. Goar in Zeitschr. f. Bauwesen. Redigirt von G. Erbkam. Jahrg. 18. S. 395.

Zu Seite 343.

Fig. 153.



Serlo, Bergbau.

Seit 1863 wird auch bei den Arbeiten im Rhein diese Maschine nicht mehr benutzt, weil im weicheren Gestein der Bohrer tiefer eindringt, als er nach dem Schlage gehoben werden kann, weil die Hebung des Bohrers durch Federn stattfindet, die so stark gemacht werden müssen, dass sie die Wirkung des Schlages beeinträchtigen, weil endlich die Steuerung beim etwaigen Klemmen des Bohrers ganz gehemmt ist und nur durch Lösung desselben wieder in Gang tritt. Hipp[410]) wandte deshalb zu gleichem Zweck eine einfach wirkende Fallbohrmaschine mit Handsteuerung an, deren Kolbenstange mit dem Bohrmeissel direct verschraubt ist und 314 Millimeter Hub macht. Beim Anhube lässt man den Dampf unter den Kolben treten; wenn dieser den Hub beinahe vollendet hat, wird die Stange um $^1/_{15}$ ihres Umfanges gedreht und ein Ventil im Deckel des Cylinders aufgestossen, durch welches Oberdampf eintritt, so dass der Kolben mit grosser Kraft niederfällt. Diese Maschine, welche mit Gerüst und Wagen 2100 Mark kostet, bohrt in der Minute bei 110 bis 130 Hüben mit einem 78 Millimeter starken Kronenbohrer 52 bis 65 Millimeter Loch ab. Man stellte täglich 8 bis 10 Bohrlöcher von 1,259 bis 1,589 Meter Tiefe her und schoss mit Blechpatronen von 1 bis $2^1/_2$ kg Inhalt und mit Sandbesatz, wobei sich die Kosten für das Meter Lochtiefe auf 10,50 Mark und für das Kubikmeter Masse auf 11,40 Mark beliefen, während bei der Handarbeit dieselbe Lochtiefe bei 52 Millimeter Weite auf 52 Mark und der Kubikmeter Masse auf 291 Mark zu stehen kamen.

6. Durch den Maschineninspector Sachs wurden im Jahre 1864 ausgedehnte Versuche mit einer von ihm angegebenen Bohrmaschine auf dem Galmeibergwerk Altenberg bei Moresnet unweit Aachen angestellt, welche recht befriedigende Resultate lieferten[411]). Auf einem aus zwei Rundstangen und Verbindungsbügeln gebildeten Rahmen, Fig. 153, ruht der Cylinder von 0,10 Meter Durchmesser, und 0,14 Meter Maximalhub, in welchem ein massiver Kolben aus Schmiedeeisen möglichst dicht eingepasst ist; der Kolben ist nach Vorn mit einer dicken, nach Hinten mit einer dünnen Kolbenstange versehen, welche durch den Cylinderdeckel in Stopfbüchsen geht. Die dicke Kolbenstange trägt an ihrem vorderen Ende den Z-förmigen Bohrer, welcher mittelst Keil mit ihr verbunden ist. Die dünne Kolbenstange trägt an ihrem Ende ein Querhaupt, welches auf dem Rahmen

[410]) Dingler polyt. Journ. Bd. 185. S. 401.

[411]) Carl Sachs: Ueber Gesteinbohrmaschinen. Aachen 1865. Siehe auch „Glückauf", berg- u. hüttenm. Zeitung. Essen 1867. No. 37. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 13 B. S. 310. Bd. 17 B. S. 15. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingen. Bd. 11. S. 703. Bd. 12. S. 472. Bd. 15. S. 286. 782. — Berggeist. Köln 1871. S. 189. — Dingler polyt. Journal. Bd. 201. S. 10. 12. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. 2 série. t. II. p. 21. 30. — Dr. H. Zwick: neuere Tunnelbauten. Leipzig 1873. S. 49. 60. — Annales des mines. Paris. 7 série, t. I. p. 286. — Dr. Gurlt: der Darlingtongesteinbohrer. Bonn 1875. S. 10. — André a. a. O. p. 157.

gleitet; die Verbindung des Querhauptes mit der Stange ist durch Schraubenmutter hergestellt, so dass die Kolbenstange sich drehen kann, während das Querhaupt hin- und hergleitet. Die Bewegung des Kolbens wird durch comprimirte Luft bewirkt, welche in einer Luftcompressionsmaschine über Tage zu 1 Atmosphäre Ueberdruck gebracht, in die Grube zur Maschine mittelst Röhren geleitet und durch einen Vertheilungsschieber vor und hinter den Kolben geführt wird; die Schieberbewegung wird durch Hebel bewirkt, welche mit dem Querhaupt der Kolbenstange verbunden sind, sie ist also eine selbstthätige, durch die Maschine selbst regulirte. Zur Drehung des Bohrers, d. h. zur Drehung der mit ihm fest verbundenen Kolbenstange und des Kolbens ist an dem hintern dünnen Ende der Stange ein gezahntes Rad von 36 Zähnen angebracht, durch welches die Kolbenstange luftdicht hindurch geht, in welchem sie aber hin- und hergleiten kann; die ruckweise drehende Bewegung wird hervorgerufen, indem bei jedem Rückgange des Kolbens ein Sperrhaken in das Zahnrad eingreift, welcher an einem verticalen Stängelchen sitzt, das durch Hebelvorrichtung bei jedem Kolbenrückgang eine kurze Drehung erhält. Nur die Vorwärtsbewegung des Cylinders beim Vorrücken des Bohrers erfolgt durch die Hand des Arbeiters, der Cylinder trägt einen Ansatz mit einer Mutter, durch welche eine lange Schraubenspindel geht, dieselbe ruht mit ihren Enden fest in den Bügeln des Rahmens und ist durch eine Kurbel drehbar, wodurch der Cylinder vor- und rückwärts geschraubt werden kann. Die Schieberkanäle sind so gestellt, dass sich vor und hinter dem Kolben ein Luftsack bildet, durch welchen die Stösse des Kolbens gemildert werden. Die ganze Maschine ruht auf einem Wagengestell. An zwei Achsen mit Rädern, welche auf einem Schienenwege vor den Arbeitsort laufen, sind zwei horizontale hölzerne Balken aufgehängt, die durch starke Bolzen gegeneinander abgesteift sind; auf jedem Balken stehen correspondirend vier verticale eiserne Ständer, welche oben durch Querbügel verbunden sind. Der vordere Theil hängt über die Achse hinüber und dient zur Aufnahme der Maschine, auf dem hinteren Theile befinden sich Arbeitsgezähe, eine Reservemaschine, Gummischläuche und ein Wasserreservoir, aus welchem Wasser in feinem Strahl zur Ausspritzung des Bohrmehls in das Bohrloch geleitet wird, das Gestell nimmt fast die ganze Höhe der Strecke ein, so dass es mit Holzkeilen gegen die Firste abgesteift und festgestellt werden kann, zu beiden Seiten ist den Arbeitern Raum zum Vorbeipassiren gelassen. Die beiden dem Ort zugekehrten Ständerpaare sind aus Gusseisen mit verzahnten Rändern, in die vorderen Ständer legt man eine geschlitzte Querstange, in die hintern eine runde Achse, welche beide so lang sind, dass sie gegen die Stösse der Strecke zu grösserer Befestigung des Ganzen verkeilt werden können; diese beiden Querstücke können beliebig hoch und niedrig verlegt werden, je nachdem man das Bohrloch in dem Ortsstoss ansetzen will; nur auf der Sohle konnte man beim Versuche auf dem Altenberge nicht bohren, weil die Maschine nicht tief verlagert

werden konnte, was sich aber erreichen lassen müsste, wenn man die gezahnten Ständer unter das Gestell verlängert. In dem vorderen geschlitzten Querstück sitzt ein gegabelter, verschiebbarer Apparat, welcher durch Schrauben festgestellt werden kann und in welchen die vorderen Theile des Maschinenrahmens aufgelagert werden. Auf das hintere Querstück kommt ein ausschiebbarer Verbindungskopf, welcher mit einem Zapfen in die hintere Kolbenstange greift und mittelst Keil festgehalten wird; das Kopfstück vertritt mit der Querachse und dem Zapfen ein Universalgelenk, so dass die Maschine nach drei Richtungen drehbar und je nach der dem Bohrloch zu gebenden Richtung verstellbar ist.

Um die Bohrarbeit auszuführen, wird das Gestell vor Ort gebracht und an den Rädern und an der Firste festgekeilt; demnächst wird der Ortsstoss an der Stelle, wo das Loch gebohrt werden soll, mittelst Handarbeit geebnet; alsdann verlagern die beiden Arbeiter, welche zur Bedienung jeder Maschine nothwendig sind, dieselbe in den beiden gezahnten Ständern des Gestells fest und sicher und setzen den kürzesten Bohrer ein; mittelst der Kurbelschraube wird der Cylinder soweit vorgeschoben, dass der Bohrer gerade vor Ort steht. Alsdann wird der Luft allmälig der Zutritt geöffnet und erst mit langsamer Bewegung gearbeitet, die beschleunigt und auf 200 bis 400 Schläge in der Minute gesteigert wird, wenn Alles in Ordnung geht. Wenn der Bohrer stumpf oder seine Länge abgebohrt ist, wird der Cylinder zurückgezogen und ein anderer, beziehungsweise längerer Bohrer eingesetzt. Sobald die gewöhnliche Anzahl Löcher gebohrt ist, wird die Maschine zurückgebracht, die Löcher werden besetzt und abgeschossen, das abgesprengte Gestein beseitigt, das Ort beräumt, so dass die Bohrarbeit von Neuem beginnen kann.

Auf dem Altenberge arbeiteten zwei solche Maschinen vor Ort, jede wurde durch zwei Mann bedient, von denen der eine die Kurbel zur Fortbewegung des Cylinders führte, der Andere das Auswechseln der Bohrer und das Einspritzen des Wassers besorgte. In 12 Nachtstunden wurde der Einbruch in der Sohle durch Handarbeit gewonnen, bei Tage bohrte in 6 Stunden jede Maschine 6 bis 8 Löcher von 523 bis 732 Millimeter Tiefe, in dem übrigen Theil des Tages wurde gesprengt und die gewonnene Masse beseitigt. Die grösste Leistung war der Ausgewinn von 0,837 Meter Streckenlänge in 24 Stunden, im Ganzen leistete man das $2^1/_2$fache der Handarbeit, welche in dem sehr harten, quarzigen Grauwackenschiefer nur sehr langsam fortschritt.

Die Maschine, welche ohne Befestigungskopf und ohne Bohrer 84 Kilogramm, mit diesen Stücken 102 Kilogramm wiegt, ist noch zu schwer, um leicht gehandhabt werden zu können, sie hat ausserdem noch den Nachtheil, dass sie die Fortbewegung des Cylinders, beziehungsweise des Bohrers noch nicht selbst regulirt und dass sie ein Bohren auf der Sohle der Strecke nicht zulässt. Den Uebelstand, dass durch Beseitigung des Gestells vor dem Wegthun der Bohrlöcher und durch Einziehen längerer

Bohrer viel Zeit verloren geht, theilt sie mit anderen Bohrmaschinen. Zur Beseitigung eines Theils dieser Mängel hat Sachs eine andere Maschine construirt, welche auf einen höheren Luftdruck von 25 bis 28 Pfund, also höchstens 2 Atmosphären eingerichtet ist[412]). Dieselbe ist viel compendiöser und wiegt nur $42^1/_2$ Kilogramm, arbeitete bei den über Tage angestellten Versuchen mit 500 bis 600 Schlägen in der Minute und bohrte ein 523 Millimeter tiefes Loch in 20 Minuten. Die Maschine, Fig. 154, hat mit der vorher beschriebenen ganz gleiche Construction, nur ist noch eine Vorrichtung zur Fortbewegung des Cylinders angebracht. Zwischen dem Zahnrad zum Umsetzen des Bohrers und dem Cylinderboden ist ein zweites Zahnrad gleichfalls mit 36 Zähnen eingelegt, welches durch einen Sperrhaken um einen Zahn fortbewegt wird, so oft der Kolben seinen vollen Hub macht; gelangt derselbe beim Vorgang nicht bis ans Ende des Hubes, so bleibt das Zahnrad stehen. Das Zahnrad greift in ein anderes und dieses in ein zweites, dessen Hülse eine Schraubenmutter bildet. Diese umschliesst eine der beiden Rahmenstangen, die mit Schraubengewinden versehen ist, während andrerseits die Mutter in einem der Ansätze festgehalten ist, womit der Cylinder auf dem Rahmen ruht und sich darin drehen kann. Durch die Drehung der Mutter, welche erfolgt, so oft der Kolben seinen ganzen Hub macht, wird der Cylinder vorwärts geschoben, während bei vermindertem Kolbenhub so lange Stillstand eintritt, bis der Bohrer wieder genügend ins Gestein eingedrungen ist. Soll der Cylinder beim Einwechseln anderer Bohrer zurückgezogen werden, so muss die Mutter rückwärts gedreht werden, so dass der Cylinderansatz frei wird und nachgeschoben werden kann. Zum Drehen der Mutter sind an ihr eine Anzahl Griffe angebracht, welche den Schraubenschlüssel ersetzen. Die sogen. Hochdruckmaschine hat Sachs weiter vervollständigt und sie findet zur Zeit, besonders nach der Construction der Maschinenbauanstalt zu Kalk bei Deutz (früher Sievers und Comp., jetzt Actiengesellschaft Humboldt), vielfache Anwenduug in allen Bergrevieren, obwohl man an vielen Punkten noch nicht über das Versuchsstadium hinausgetreten ist; namentlich auch in Saarbrücken ist die Maschine nach dieser Construction mehrfach in Anwendung gewesen[413]). Ein Bild dieser Maschinen gibt Fig. 155. Hier ist eine wesentliche Vereinfachung beim Rückwärtsbewegen der Maschine zum Einwechseln eines längeren Bohrers eingetreten. Auf eine der Längsstangen des Rahmens wirkt nämlich ein Schaltrad; dasselbe

[412]) Pernolet in bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. 2 série, t. II. p. 25. 30. — Dr. Zwick a. a. O. — Dr. Gurlt a. a. O. — Engineering. London. Vol. 30. p. 428. 434. — Glaser Annalen für Gewerbe u. Bauwesen. Bd. 8. S. 181.

[413]) Pernolet in bulletin etc. 2 série. t. I. p. 220; t. II. p. 27. 30. — Glückauf. Essen 1873. No. 30; 1874. No. 7. — Bericht der deutschen Centralcommission über die Wiener Weltausstellung. Braunschweig. Bd. 1. S. 35. — Ziebarth in Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 18. S. 718. — Dingler polyt. Journal. Bd. 215. S. 298.

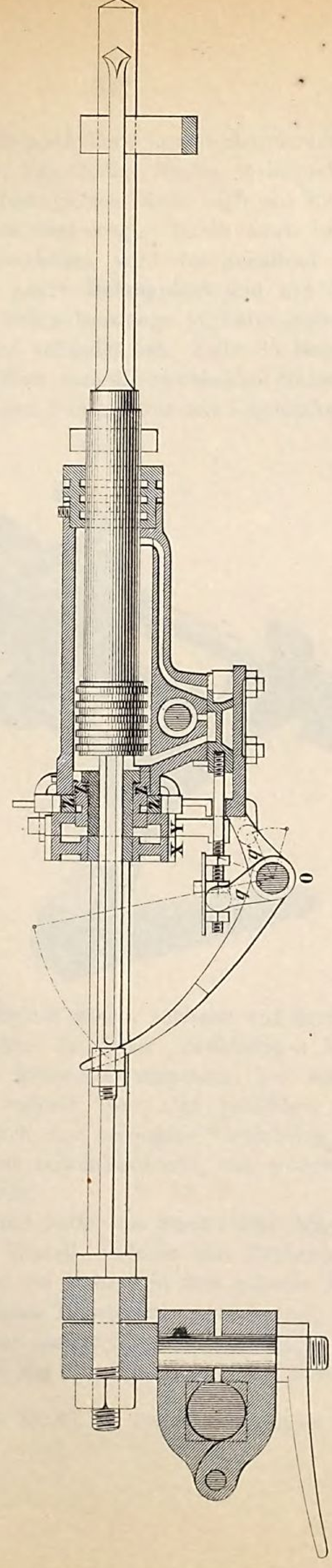
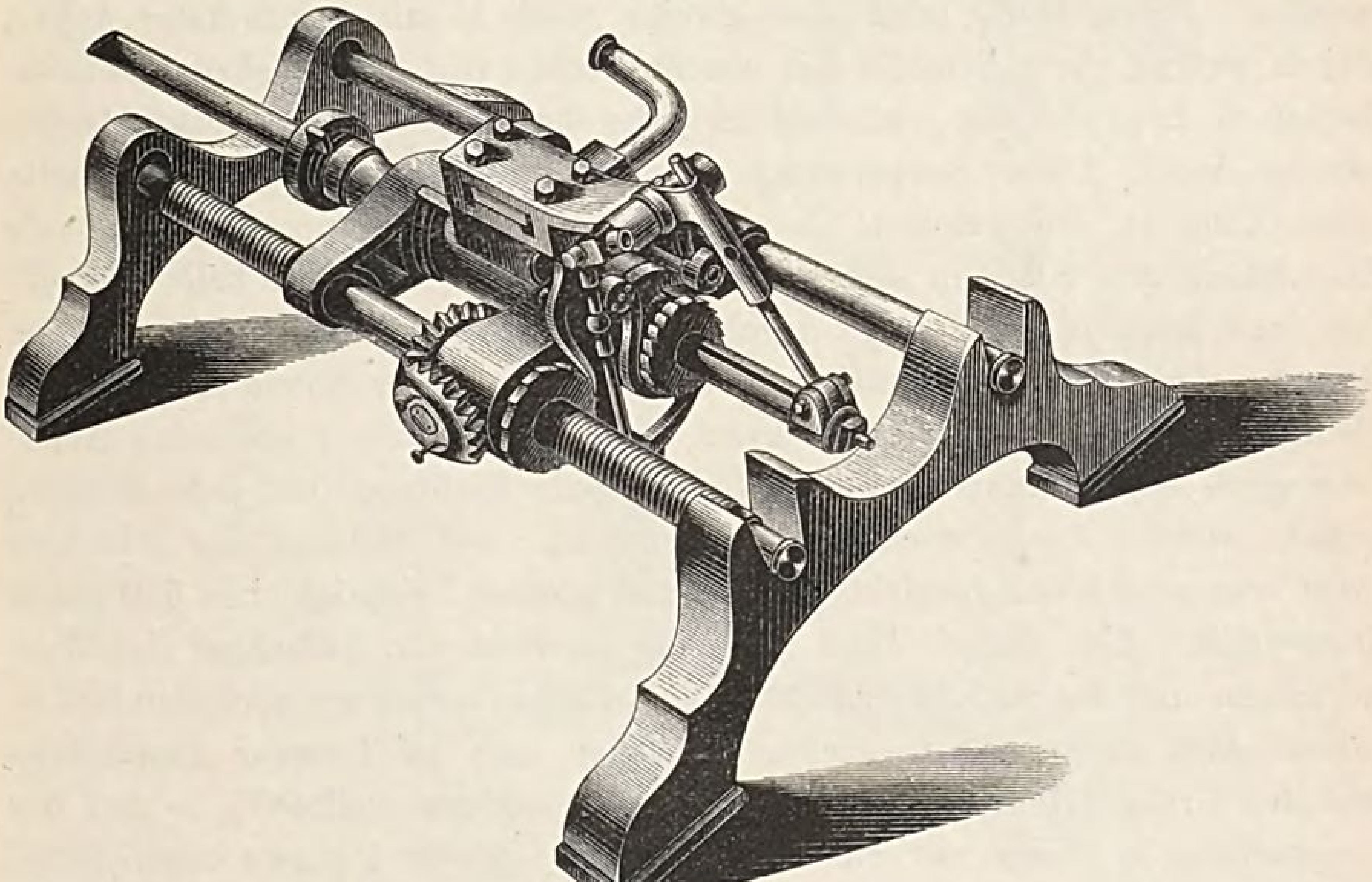


Fig. 154.

sitzt auf einer Hülse, welche nach Vorn in eine charnierartige, beim Gange der Maschine geschlossene, zweitheilige Mutter verlängert ist und durch diese Mutter auf der fast ihrer ganzen Länge nach mit Schraubengewinden versehenen Längsstange sich fortbewegt. Durch einen bei der Bewegung des Kolbens gelenkten Sperrhaken wird das Schaltrad um einen Zahn gedreht und dadurch der ganze Bohrapparat und mit ihm der Bohrer durch die Mutter an der Schraubenstange vorwärts gedreht, sobald der Kolben jedesmal seinen Lauf vollendet hat. Falls ein längerer Bohrer eingewechselt werden muss, öffnet man die zweitheilige Mutter, wodurch man in den Stand gesetzt ist, den Bohrapparat mit Leichtigkeit rückwärts zu

Fig. 155.



schieben, worauf man die Mutter wieder schliesst und durch eine Schraube fest an die Hülse andrückt. In dieser zweitheiligen Mutter liegt ein grosser Vorzug gegen die frühere Construction, bei welcher eine feste Mutter angewendet war; dadurch war man genöthigt, die Rückwärtsbewegung des Apparats durch eine besondere Vorrichtung zur Umdrehung der Mutter zu bewirken, was zeitraubend war, und wodurch das Gewicht der Maschine vermehrt wurde.

Einen anderen Nachtheil hatte die Sachs'sche Maschine früher in ihrer Auflagerung auf dem Gestell, welches eine Drehung des Bohrapparates nach allen Seiten und ein Bohren in dem unteren Theile des Ortsstosses nicht gestattet. Diesen Uebelstand hat Döring, welcher ausserdem der Maschine eine etwas andere Construction gegeben und sie in England verwerthet hat, durch das von ihm angegebene Gestell[414]) beseitigt,

[414]) Dr. Zwick a. a. O. S. 49. 63. — Pernolet in bulletin de la société de

welches zugleich ein geringeres Gewicht hat, als das früher von Sachs benutzte, und den Streckenraum weniger verengt. Auf einem gusseisernen Wagen aa, Fig. 156, welcher auf Schienen läuft, steht an der dem Ortsstosse zugekehrten Seite eine Säule b; dieselbe ist oben in einem Kreuz von Winkelschienen befestigt, welches seinerseits rückwärts gegen die auf der Grundplatte des Wagens stehenden Winkelschienen cc verbolzt und verstrebt ist; die Säule wird gegen die Firste mittelst Holzkeile festgestellt. Die Säule b ist mit concentrischen Rinnen, welche als Zahnstange dienen sollen, versehen, so dass die übergeschobene Muffe d mittelst des Schneckenrades e und des Rädchens f an der Säule auf- und abbewegt werden kann; mittelst der Schrauben gg kann die Muffe in jeder Stellung festgeklemmt werden. Diese Muffe trägt eine zweite Muffe h mit horizontaler Achse, durch welche ein gleichfalls mit concentrischen Rinnen versehener Röhrenbolzen ii hindurchgeht, welcher in jeder beliebigen Länge festgeklemmt werden kann. Dieser Bolzen trägt an der dem Ortsstoss zugekehrten Seite einen Ring k, auf welchem das den eigentlichen Bohrapparat ll tragende Gabelstück mm ruht; in dem Ringe ist die Gabel im Kreise beliebig drehbar und kann in jeder Lage durch die Schrauben nn festgestellt werden. Da also der Apparat in verticaler, wie in horizontaler Ebene in jeder beliebigen Weise bewegt werden kann, auch der Bolzen i um seine Achse beweglich ist, so kann man dem Bohrer jede Richtung und jede Stellung geben, welche dem Zweck entsprechend ist. Die Stellung der Maschine wird von zwei Mann bewirkt und ist mit grosser Leichtigkeit in 5 Minuten hergestellt. Der hintere Theil des Wagens dient zur Aufnahme der Wasserkästen und des Arbeitsgezähes. Auch dieses Gestell hat noch den Uebelstand eines zu grossen Gewichtes, welchen man bei fernerer Anwendung auf der Grube Altenwald bei Saarbrücken beseitigen wollte[415]). — Auf der Ausstellung in Wien war ein vom Maschinenmeister Pelzer construirtes, einfaches und zweckmässiges Gestell vorgeführt, welches auf den Gruben der Vereinigungsgesellschaft im Wurmrevier bei Aachen in ungestörter Benutzung steht[416]). Dasselbe besteht aus einem gusseisernen vierräderigen Wagen, auf dessen Plateau sich ein horizontal drehbarer, kegelförmiger Stempel mit eingesetzter Flügelschraube zum Feststellen an der Firste der Strecke befindet; in dem hohlen und mit senkrechtem Schlitz versehenen Stempel bewegt sich ein schmiedeeiserner Balancier, an dessen einem Ende ein Gegengewicht, an dessen anderem Ende ein Gelenkstück und ein kleiner, eiserner, beweglicher Schemel zur Aufnahme der Bohrmaschine angebracht ist. Durch die Drehbarkeit des Stempels, des Gelenkstückes und des Bohr-

l'industrie minérale a. a. O. p. 55. — Soulié et Lacour a. a. O. p. 25. — Glaser Annalen f. Gewerbe u. Bauwesen. Bd. 8. S. 183.

[415]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17B. S. 17.

[416]) Amtlicher Bericht der deutschen Centralcommission über die Wiener Weltausstellung. Braunschweig. Bd. 1. S. 35.

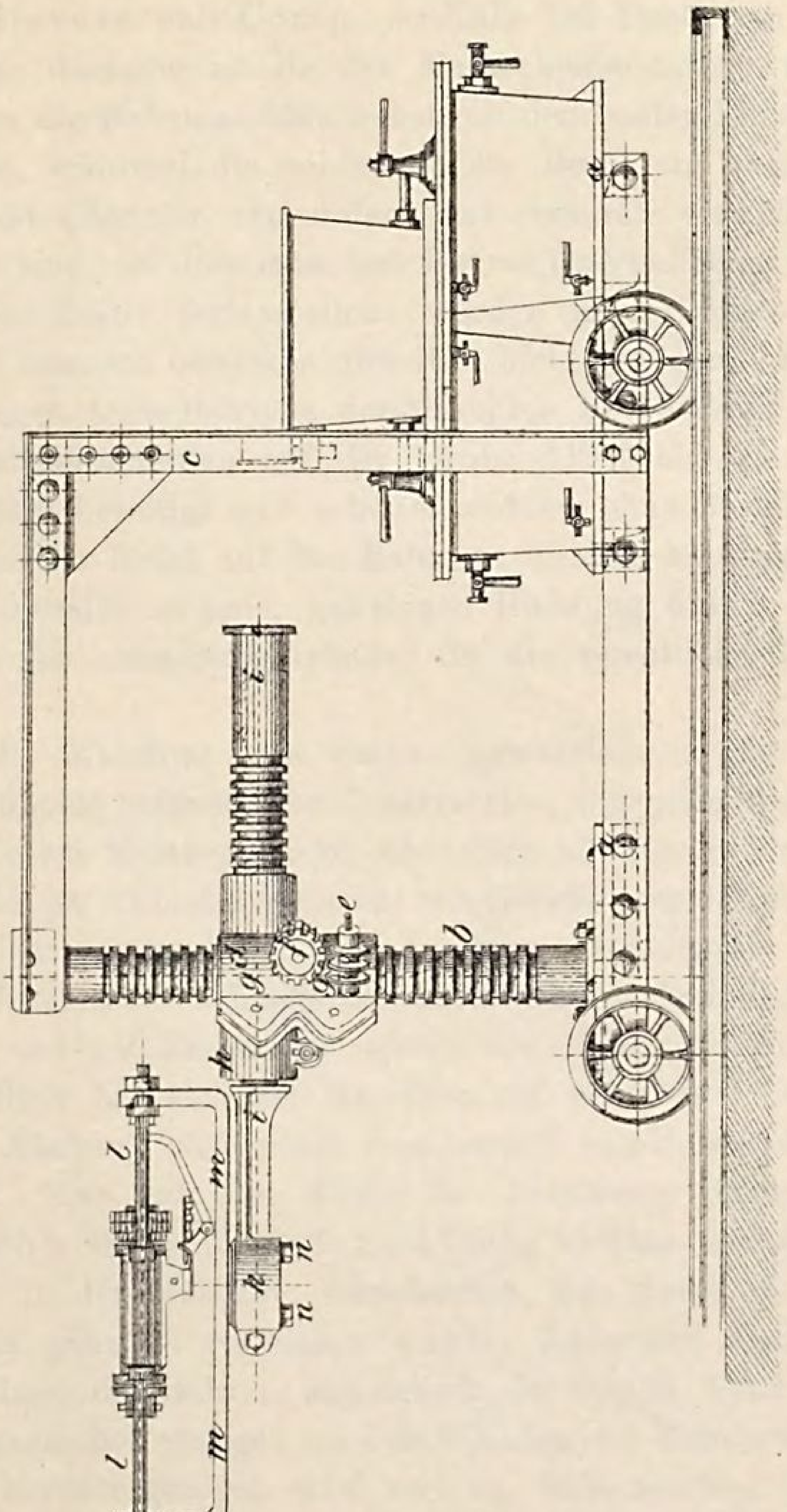


Fig. 156.

Serlo, Bergbau.

schemels, so wie durch die verschiedene Stellung des Balanciers kann man der Bohrmaschine jede beliebige Richtung geben, wobei man zugleich im Stande ist, durch die am Gestell befindlichen Stellschrauben und Bolzen den Bohrer in der einmal gegebenen Richtung zu erhalten.

Zur Benutzung der Maschine beim Schachtabteufen ist in der Maschinenfabrik von Sievers und Comp. zu Kalk bei Deutz ein anderes Gestell[417]) construirt; dasselbe ist ein den Markscheiderstativen ähnliches Dreibein, zu welchem die Bohrmaschine selbst mit den beiden Längsstangen das eine Bein bildet, während die beiden andern Beine am oberen Ende der Maschine mittelst Charnier verbunden und dadurch verstellbar und in sich verschiebbar sind, so dass man dem Bohrer jede beliebige Richtung geben kann. Um das Stativ festzustellen, werden in der Mitte schwere Gewichte angehängt; dennoch bewirken dieselben nicht genügende Stabilität, um die Erschütterungen beim Betriebe der Maschine zu überwinden. Deshalb haben beim Schachtabteufen auf der Grube Altenwald die Arbeiter dieses Gestell sehr bald beseitigt und arbeiten seitdem ohne Gestell, indem ein Arbeiter sich mit der Brust auf den Rahmen der Maschine auflegt und mittelst der Hände dieselbe in jeder beliebigen Richtung fixirt. Dadurch wird aber wiederum ein besonderer Arbeiter für die eigentliche Bohrarbeit erforderlich.

Der Versuch, die Maschine von Sachs, namentlich in der von der Maschinenfabrik Humboldt hergestellten Construction, allgemein einzuführen, ist zwar in ausgedehntem Masse gemacht, aber doch mit verschiedenartigem Erfolge: die Maschine ist anderen einfacher construirten gegenüber zu complicirt, als dass nicht häufig Störungen in ihrem Organismus eintreten sollten, welche den Vortheil der schnelleren Bohrarbeit verschwinden machen. Recht befriedigend und auf Ersparung sowohl von Zeit, wie von Kosten beträchtlich vortheilhaft hat sich die Maschine auf der Grube Gouley bei Kohlscheidt unweit Aachen, wo sie mit dem Gestell von Pelzer verwendet wurde, bewährt[418]). Man hat hier direct die Erfahrung gemacht, dass Bohrer mit gewöhnlicher Meisselschneide nachtheilig wirkten, weil sie Füchse bohrten und Brüche in der Maschine veranlassten, was durch die Anwendung von Z-Meisseln gänzlich vermieden wurde; besondere Aufmerksamkeit wurde dem Richten der Bohrer, namentlich der langen, beim Schärfen gewidmet, weil krumme Bohrstangen an den Wänden des Bohrlochs reiben, wodurch der Effect heruntergezogen wird und die Bohrmaschine leidet. — Günstige Resultate sind auch erzielt worden beim Abteufen des Maschinen-

[417]) Zeitschr. a. a. O. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 12. S. 472. — Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins f. Kärnthen. Klagenfurt 1874. S. 33. 74. — Berggeist. Köln 1875. S. 339. — Glückauf. Essen 1875. No. 40.

[418]) Berggeist. Köln 1873. S. 95. — Glückauf. Essen 1873. No. 9. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1873. S. 73. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin. Bd. 17. S. 304. — The Mining Journal. London. Vol. 43. p. 429.

schachtes auf Bremerhöhe bei Clausthal[419]), beim Abteufen des Gegenortsschachtes auf der Grube Sulzbach-Altenwald bei Saarbrücken, so wie beim Querschlagsbetrieb auf dem Altenberge bei Aachen[420]), auf dem Stahlberge bei Müsen[421]). Auch nach anderen Versuchen wird der Sachs'schen Maschine der Vorzug eingeräumt, obwohl dieselben über Tage angestellt sind[422]), auch bei directen Vergleichsversuchen auf dem Meinerzhagener Bleiberg bei Commern hat man der Sachs'schen Maschine vor der von Osterkamp den Vorzug eingeräumt[423]), wogegen man auf der Steinkohlengrube Mathilde bei Schwientochlowitz in Oberschlesien zu keinem entscheidenden Resultate zwischen diesen beiden Maschinen gelangt ist[424]), wie auch auf anderen oberschlesischen Gruben die Resultate zweifelhafte blieben. Dagegen sind andere Versuche wohl entschieden zu Gunsten der Maschine von Burleigh gegenüber der Sachs'schen Maschine ausgefallen, so in einem tiefen Querschlage der Königsgrube in Oberschlesien, beim Ausbrechen eines Füllortes zu Przibram in Böhmen[425]). Auf den Camphausen Schächten der Grube Dudweiler bei Saarbrücken[426]) hat man zum Abteufen Sachs'sche Maschinen angewendet und dabei zunächst Meisselbohrer benutzt, deren Ecken aber in dem festen Conglomerat sehr schnell abbrachen, weshalb man nach verschiedenen Versuchen einen Ohrenmeissel als vorzüglich bewährt erfand, indem mit demselben im Conglomerat in einer halben Stunde 0,95 bis 1,05 Meter Loch gebohrt wurde, wobei man aber besonderes Augenmerk auf eine gute gerade Führung des Meissels zu richten hatte. Trotz dieser verhältnissmässig guten Leistung hat man beim ferneren Abteufen diese Maschine wegen ihrer grossen Reparaturbedürftigkeit und des dadurch entstehenden Aufenthaltes wieder abgeworfen und ist zur Handarbeit bei starker Belegung der Schachtsohle mit 7 Hauern zurückgekehrt. — Zu Schemnitz in Ungarn haben Versuche mit der Sachs'schen Maschine im Allgemeinen günstige Resultate erzielen lassen, doch ist auch hier die grosse Reparaturbedürftigkeit der Maschine beobachtet worden[427]). —

[419]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Berlin. Bd. 20B. S. 349.

[420]) Pernolet in bulletin de la société de l'industrie minérale. 2 série. t. I. p. 387.

[421]) Berggeist. Köln 1872. S. 267. — Glückauf. Essen 1872. No. 28. — The Mining Journal. London. Vol. 42. p. 853.

[422]) Allgemeine deutsche polytechn. Zeitung von Dr. Grothe. Berlin 1873. S. 334.

[423]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20B. S. 351.

[424]) Ebenda.

[425]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1873. S. 176. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1873. S. 173. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 23B. S. 93.

[426]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 23B. S. 94.

[427]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1875. S. 290; 1876. S. 463; 1877. S. 476. — Der Berggeist. Köln 1876. S. 357. — Glückauf. Essen 1876. No. 49. — The Mining Journal. London. Vol. 46. p. 265.

Ganz vortreffliche Leistungen werden von der Steinkohlenzeche ver. Hamburg in Westfalen gemeldet[428]), wo in flach fallendem sandigem Schieferthon ein Querschlag in Dimensionen von 2,5 zu 2 Meter aufgefahren und seit mehren Monaten gleichmässig im Durchschnitt täglich eine Länge von 4 Meter ausgewonnen wird; das Meter kostet mit Rücksicht auf die Anlage- und Amortisationskosten für 4 Maschinen, von denen je 2 auf einem Gestell angebracht sind, 43 bis 50 Mark, so dass gegen den Handbohrbetrieb in Zeit und Kosten die grössten Vortheile erzielt werden. Auch auf anderen westfälischen Gruben sind in neuerer Zeit mit diesem System sehr günstige Resultate erreicht worden. — Auf dem Rammelsberge bei Goslar, wo man dem Maschinenbohren ausgedehnte Beachtung gewidmet und dasselbe betriebsmässig eingeführt hat, ist die Sachs'sche Maschine, und zwar deren ältere Construction, neben den anderen Maschinen nur aushilfsweise in Anwendung gewesen, weil sie viel grösserer Aufmerksamkeit und häufigerer Reparaturen bedarf, als die übrigen[429]).

7. Auf der Ausstellung zu Paris im Jahre 1867 hatte Haupt[430]) eine Bohrmaschine ausgestellt, welche sich in vieler Beziehung von den sonstigen Maschinen unterscheidet. Sie ist 837 Millimeter lang, wiegt $62\frac{1}{2}$ Kilogramm und wird mittelst Dampf betrieben, welcher in einem kleinen transportabeln Röhrenkessel in der Grube erzeugt wird; der Dampf wird mit den gebrauchten Wettern durch einen Ventilator entfernt. Die Kolbenstange ist hohl; in dieselbe wird das Bohrgezähe von hinten eingesteckt, so dass eine Auswechselung des Bohrers ohne Rückwärtsbewegung der Maschine möglich ist. Der Cylinderdurchmesser ist im Lichten 108 Millimeter, der äussere der Kolbenstange 59 Millimeter, die Maschine arbeitet mit 60 Pfund Dampfüberdruck, der Kolbenhub beträgt 105 Millimeter, die Zahl der Schläge 375 in der Minute, so dass sich eine Kolbengeschwindigkeit von 1,303 Meter in der Sekunde ergiebt. Als Steuerung ist ein entlasteter Federschieber angebracht, welcher dem Kolben gestattet, seinen Weg zu vollenden, ehe der Schieber umsteuert. Der Schieber ist ein Röhrenstück, um welches der Dampf spielt und welches durch 4 genau abgedrehte Ringe gegen den cylinderischen Schieberkasten abgedichtet ist; die Schieberstange ist nicht fest mit dem Schieber verbunden, sondern endet mit einem Kolben innerhalb desselben, welcher von beiden Seiten durch Spiralfedern gehalten wird, die durch in die Enden des Schiebers eingeschraubte Ringe zu-

[428]) Der Berggeist. Köln 1878. S. 29. 49. 121. — Glückauf. Essen 1878. No. 34. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1878. S. 87.

[429]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26 B. S. 367.

[430]) Glückauf, berg- u. hüttenm. Zeitung. Jahrg. 1867. No. 39. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1867. S. 335. — Dingler polyt. Journal. Bd. 201. S. 10. — Berggeist. Köln 1871. S. 189. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 15. S. 782. — Dr. Zwick: neuere Tunnelbauten. Leipzig 1873. S. 50. — Soulié et Lacour a. a. O. p. 16. — The Engineering and Mining Journal. New York. Vol. 25. p. 235.

sammengedrückt werden. Die Bewegung des Kolbens wird dadurch nicht unmittelbar auf den Schieber übertragen, sondern die Feder giebt zunächst dem Schlage nach, bis die Trägheit und Wirkung des Schiebers überwunden ist, so dass der Cylinderkolben, nachdem die Schieberstange bereits in Bewegung gesetzt ist, noch Zeit hat, seinen Hub mit voller Kraft zu vollenden, ehe der Dampf vor denselben tritt und den Rückgang veranlasst. Die Bewegung der Schieberstange wird mittelst Feder und Sperrhaken hervorgerufen, welche ihrerseits durch einen an der Kolbenstange sitzenden Arm bewegt werden. Derselbe Arm regulirt auch das Umsetzen der Kolbenstange, an welcher ein Sperrrad angebracht ist; ein Sperrhaken verhütet das Umsetzen des innerhalb der Kolbenstange befindlichen Bohrers in verkehrter Richtung, während Nute und Feder, mittelst welcher Bohrer und Kolbenstange verbunden sind, den Bohrer zwingen an der Umsetzung der Kolbenstange Theil zu nehmen. Dagegen muss der Bohrer, da der Cylinder unveränderlich festliegt, die Vorwärtsbewegung unabhängig von der Kolbenstange machen. Dieselbe wird durch eine Schraube bewirkt, welche beim Rückgange der Kolbenstange durch ein Sperrrad gedreht wird; die Vorrichtung muss so gestellt sein, dass stets eine der Vertiefung des Bohrlochs entsprechende Vorrückung stattfindet. Die Verlagerung der Maschine erfolgt auf Gerüsten von eisernen Säulen, deren am besten 2 anzuwenden sind; dieselben ruhen unten auf einer Querschwelle, welche auf einem Dreifusse beweglich ist, während die Säulen mittelst Stellschrauben gegen die Firste befestigt werden; die Querschwelle ist hohl und durch einen Querscheider in 2 Kammern getheilt, von denen die eine den frischen Dampf zu-, den gebrauchten abführt. Für 1,883 Meter hohe Strecken sind die Gerüste zur Aufnahme von 3 Maschinen bestimmt. Der Cylinder kann innnerhalb des Gerüstes in der Horizontalebene um 90 Grad gedreht werden; in der Verticalebene kann er in jeder beliebigen Stellung fixirt werden. Ueber die praktische Anwendung dieser Maschine ist nichts Näheres bekannt, sie erscheint auch nach ihrer Construction und der Aufstellungsweise für Bergwerksbetrieb nicht besonders zweckmässig.

8. Donking[431]) in London hat zur Treibung eines Orts für den Bottontunnel bei Manchester eine stossende Bohrmaschine angewendet, mit welcher ein kreisrundes Ort von 1,569 Meter Durchmesser hergestellt und 471 Millimeter im mittelharten Gestein in der Stunde vorgebohrt wird. Auf einer Scheibe, welche sich mit der Kolbenstange vor- und rückwärts bewegt, sind an der Peripherie horizontal stehende gewöhnliche Meissel befestigt, mit welchen ein Ring gebohrt wird, in der Mitte dagegen ist ein Kronenbohrer angebracht, mit welchem ein grösseres Loch hergestellt wird, nach jedem Stoss dreht sich die Scheibe um ihre Achse. Das mittlere Loch wird geladen und besetzt, das Abbrennen des Schusses bewirkt eine Lösung des Gesteins bis zum ringförmigen Schlitz.

[431]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1868. S. 132.

9. Eine Bohrmaschine war von Tigler in Mühlheim a. d. Ruhr im Jahre 1867 auf der Ausstellung in Paris ausgestellt und ist durch v. Rittinger in dessen Ausstellungsbericht beschrieben. Sie hat auch Anwendung bei dem Mansfelder Kupferschieferbergbau gefunden, wo äussere Umstände den günstigen Erfolg gehindert haben[432]). Die Maschine gleicht im Wesentlichen der Construction von Sachs mit selbstthätiger Drehung und Vorwärtsbewegung; nach dem Material v. Rittinger[433]) folgt eine Zeichnung derselben. Fig. 157. 158. Die comprimirte Luft tritt bei a ein und gelangt durch einen abwärtsgehenden Kanal zu dem Schieber, von wo sie

Fig. 157.

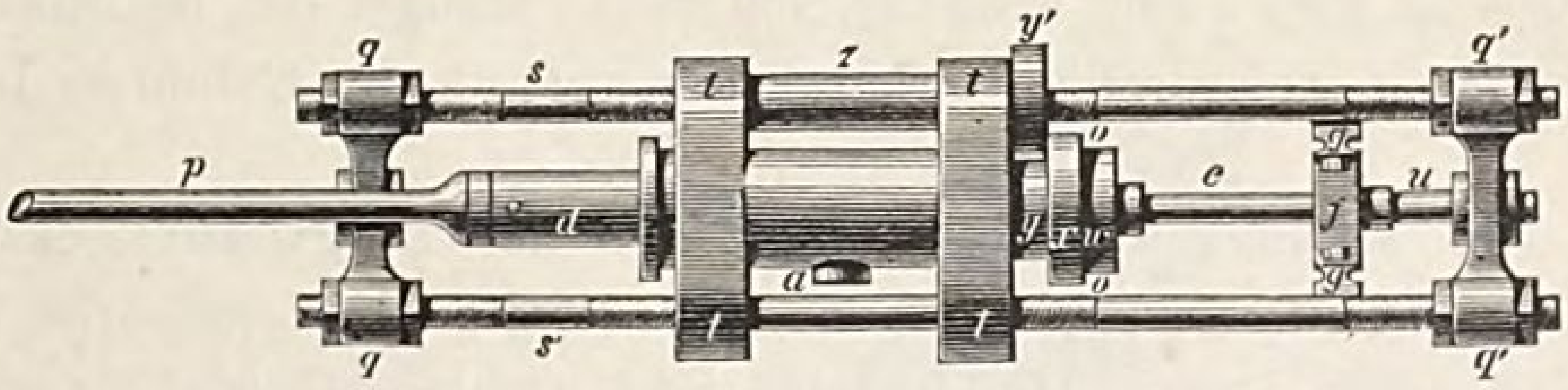
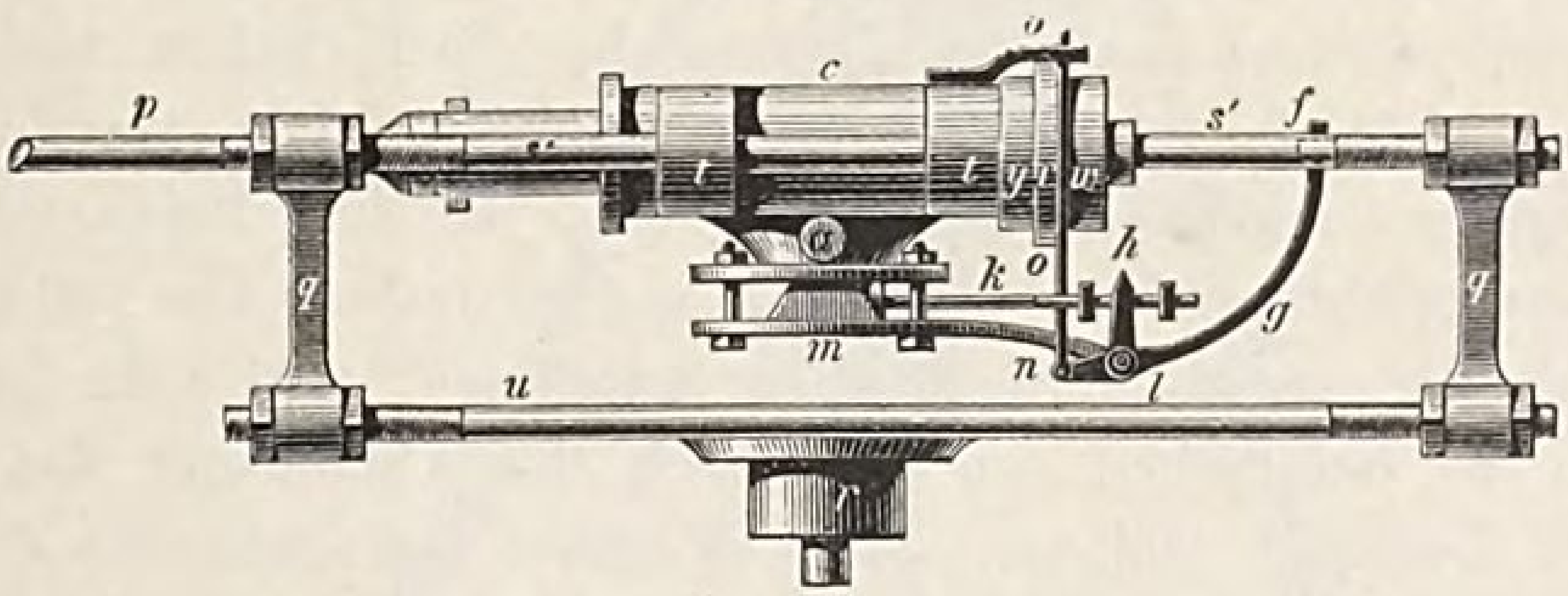


Fig. 158.



durch zwei Kanäle in den Cylinder c, abwechselnd über und unter den Kolben tritt, indem sie aus denselben Kanälen wiederum den Ausweg ins Freie erreicht. Der Treibkolben im Cylinder, von 78 Millimeter Durchmesser, ist mit zwei Stangen versehen, von denen die dickere d den Bohrer p trägt, die dünnere e mit einem Kreuzkopfe f versehen ist. In diesem steckt der eine Arm g des Steuerungshebels glh, welcher hiernach von dem Treibkolben in Bewegung gesetzt wird; der andere Arm h des Hebels wirkt gegen zwei an dem Steuerungsschieberstiel k befindliche Schraubenköpfe. Der Steuerungshebel dreht sich um die Welle l, welche von zwei an der Platte m befestigten Armen getragen wird. Mit dem Hebel sind ausserdem noch zwei Arme n verbunden, welche zu beiden Seiten des Cylinders verticale Stangen o tragen, an denen Sperrklinken angebracht sind. Die eine derselben wendet durch das an der Kolbenstange e befindliche Sperrrad w diese selbst und dadurch auch den Bohrer p; die andere treibt durch das Sperrrad x das mit demselben verbundene

[432]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 16B. S. 312.

[433]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1868. S. 289. 353. — Dingler polyt. Journ. Bd. 190. S. 280.

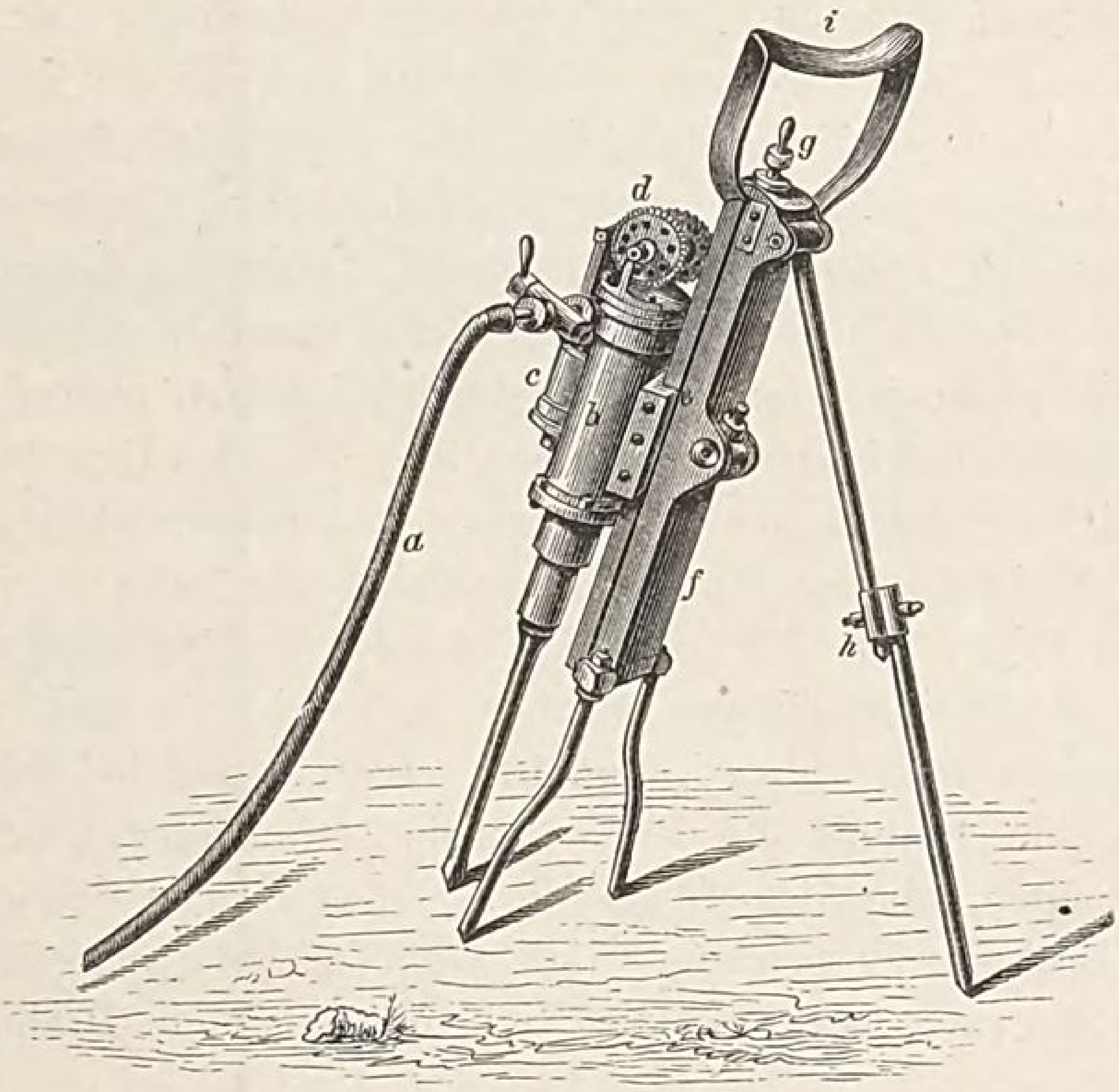
Getrieberädchen y, welches mittelst des zugehörigen Rädchens y' die Mutterhülse z umdreht, durch welche nach jedem Hube der Cylinder vorwärts gegen das Gestein geschoben wird. Der Cylinder sitzt mit den Ohren t t auf den Stangen s s' und auf der durch Querstücke q q' mit ersteren verbundenen Stange u, welche mit dem Zapfen r versehen ist um den Bohrapparat auf den Arm des Gestellwagens, welcher vollständig, wie er oben nach Döring beschrieben, eingerichtet ist, zu befestigen. Bei dem Gebrauch auf den Mansfelder Gruben hat man sich noch des alten Gestells von Sachs bedient. Die Beschreibung des Bohrapparates stimmt fast genau mit der Construction von Sachs überein; die Theilung der Mutterhülse ist hier nicht erwähnt, bei deren Mangel die bei Einsatz eines längeren Bohrers erforderliche Rückwärtsbewegung des Cylinders beschwerlich ist.

10. Der Maschinenmeister des Eschweiler Bergwerkvereins Osterkamp hat eine Gesteinbohrmaschine construirt und patentirt erhalten, welche sich durch leichte Handhabung und geringes Gewicht vor den früheren Constructionen auszeichnet; dieselbe ist auf den Gruben des genannten Vereins, auch auf den Gruben bei Saarbrücken und in Oberschlesien in grösserer Ausdehnung versucht [434]). Die Maschine bedarf eines besonderen fahrbaren Gestelles nicht, sie hat keine selbstthätige Vorrückungsvorrichtung für den Bohrer und ist deshalb von viel geringerem Gewicht, als die sonst gebräuchlichen Maschinen, und sehr leicht durch einen Mann zu handhaben, so dass nach der Abbohrung des Lochs sie sehr schnell beseitigt und nach dem Wegthun des Schusses zum Ansatz eines neuen Bohrlochs wieder herbeigeschafft werden kann. Die bewegende Kraft wird über Tage durch eine Luftcompressionsmaschine erzeugt, die Luft durch den Schlauch a, Fig. 159, zur Maschine geleitet; der Bohrer ist in unmittelbarer Verbindung mit dem Kolben, welcher sich in dem Cylinder b bewegt. Die Steuerung bewirkt ein zweiter Kolben in dem Cylinder c, während das Umsetzen des Bohrers mittelst des Sperrrades d hervorgerufen wird. Die Maschine ist an dem Support in der Weise befestigt, dass sie mittelst des Schlittens f an demselben auf- und abgleiten kann, welche Bewegung von dem Arbeiter durch Drehung der Kurbel g Behufs Vorrückung des Bohrers hervorgerufen wird. Durch die verschiedene Stellung und die beliebig zu gebende Länge der Stütze h kann man dem Bohrer jede nothwendige Richtung geben. Der Arbeiter dirigirt die Maschine, indem er mit einer Hand in den Bügel i fasst oder sich mit dem Körper leicht auf denselben legt und mit der anderen Hand die Kurbel g bewegt. Die Maschine wird mit Kolbendurchmesser von 52, 65 und

[434]) „Glückauf“. Essen 1870. No. 22. 23. 28. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20B. S. 349. — Dr. Gurlt. a. a. O. S. 12. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin. Bd. 18. S. 717. — Dingler polyt. Journal. Bd. 215. S. 204. — The Mining Journal. London. Vol. 43. p. 1304.

78 Millimeter gefertigt und wiegt 11, 18, 25 Kilogramme, dazu der Support 20 bis 28 Kilogramme, woraus hervorgeht, dass ein Mann die ganze Maschine leicht regieren kann. Es wird empfohlen, für die Belegschaft jeder Schicht vor ein und demselben Orte eine besondere Maschine einzuwechseln, weil sie dann besser von den Arbeitern gehalten und geschont wird. Die Maschine bohrt ein Loch von 39 Millimeter Weite im Kohlensandstein in einer Minute 20 Millimeter tief, ein 20 Millimeter weites Loch 26 bis 39 Millimeter tief. Aus Westfalen und vom Bleiberg bei Mechernich wird berichtet, dass man die Osterkamp'sche Maschine wieder beseitigt hat; dieselbe soll im Anfang eine zu beschleunigte, am Ende des

Fig. 159.



Bohrens eine zu langsame Umdrehung des Bohrers bewirken, so dass der Arbeiter sie nicht ohne die grösste Aufmerksamkeit handhaben könne[435]). Es wird hier den Maschinen von Sachs und Döring die grössere Brauchbarkeit zugeschrieben. Auch bei den auf oberschlesischen Bergwerken angestellten Versuchen hat man ganz gleiche Beobachtungen gemacht und ist noch nicht dazu gelangt, regelmässig mit der Maschine zu arbeiten, wogegen hier aber auch die Sachs'sche Maschine sich gleichfalls noch keinen festen Eingang verschafft hat. Die Maschinenfabrik von Sievers und Comp. zu Kalk bei Deutz (Actiengesellschaft Humboldt), welche sich vielfach mit der Darstellung dieser Maschinen beschäftigt, giebt ebenso der Maschine von Sachs den Vorzug vor der von Osterkamp, namentlich auch ihres geringeren Luftverbrauchs wegen. Für das Bohren in Strecken ist von dem

[435]) Glückauf. 1871. No. 14. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20B. S. 351. — Dr. Zwick a. a. O. S. 51.

Maschinenmeister Freudenberg in Scharley ein besonderes fahrbares Gestell für die Osterkamp'sche Maschine construirt, welches gestattet, dass horizontale Löcher 36 cm über der Sohle und 78 cm unter der Firste gebohrt werden können[436]). Auch der Maschinenmeister Steinfurth zu Mechernich hat ein neu construirtes Gestell für diese Maschine benutzt[437]).

11. Beim Betriebe des Hoosac Tunnels in Massachusetts ist eine Maschine von Burleigh benutzt worden[438]), welche in England und Amerika eingeführt ist[439]) und durch die Wiener Ausstellung, wo sie in dem Pavillon von Mahler und Eschenbacher in Thätigkeit vorgeführt wurde[440]), allgemeiner bekannt geworden ist; seitdem ist sie in vielen Bergrevieren zur Benutzung gelangt. Die Maschine zeichnet sich von den früher erwähnten dadurch aus, dass der Bewegungsmechanismus meistentheils in das Innere des Cylinders verlegt und deshalb weniger der Zerstörung ausgesetzt ist, auch bedarf die Maschine einer höheren Luftpressung[441]) und kann deshalb compendiöser hergestellt werden. Die Construction der Maschine geht aus Fig. 160. 161. 162 hervor[442]). Zur Umsteuerung dient die Verstärkung a der Kolbenstange, welche bei ihrem Vor- und Rückgange auf einen der beiden unteren Ansätze q wirkt, dessen oberer Arm mit der Stange des Muschelschiebers r verbunden ist. Für das Umsetzen des Bohrmeissels, welcher vorn in die Kolbenstange d eingeklemmt ist, hat die letztere eine schraubenförmige Nute c, in welcher ein Zahn in der Nabe des Rades e sich führt. Das letztere liegt in einer Verlängerung des Cylinders und ist aussen mit Sperrzähnen versehen, in welche die durch die Cylinderwandung tretende Sperrklinke i, Fig. 161, eingreift und bei dem Rückgange des Bohrers eine Drehung des Rades verhindert. Dadurch ist die Kolbenstange gezwungen, eine dem Wege des Zahnes in der Schraubennut entsprechende Drehung zu machen. Bei dem Vorwärtsgange dreht sich dagegen das Sperrrad, während die Kolbenstange ohne Drehung vorgeht,

[436]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20B. S. 350.

[437]) Dr. Zwick a. a. O. S. 51.

[438]) The Mining Journal. London. Vol. 42. p. 881.

[439]) The Mechanics' Magazine. Vol. 92. p. 389. — The Mining Journal. Vol. 42. p. 953; Vol. 43. p. 864; Vol. 45. p. 344; Vol. 46. p. 1357. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. 1870. S. 294.

[440]) Bericht der deutschen Centralcommission über die Wiener Weltausstellung. Braunschweig. Bd. 1. S. 36. — Berggeist. Köln 1873. S. 427. — Glückauf. Essen 1873. No. 31. 33; 1874. No. 7. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1873. S. 247. — Julius Mahler: die moderne Sprengtechnik. Wien 1873. S. 25. — Derselbe: die moderne Sprengtechnik. Wien 1875. S. 1.

[441]) The Mining Journal. London. Vol. 43. p. 1304.

[442]) Ziebarth in Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin. Bd. 18. S. 720 und in Dingler polyt. Journal. Bd. 215. S. 299. — Pernolet in bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. 2 série, tome III. p. 620. 625. 634. — Glückauf. Essen 1873. No. 29. — Berggeist. Köln 1873. S. 339. — Dingler polyt. Journ. Bd. 208. S. 290. — André a. a. O. p. 159.

Fig. 160.

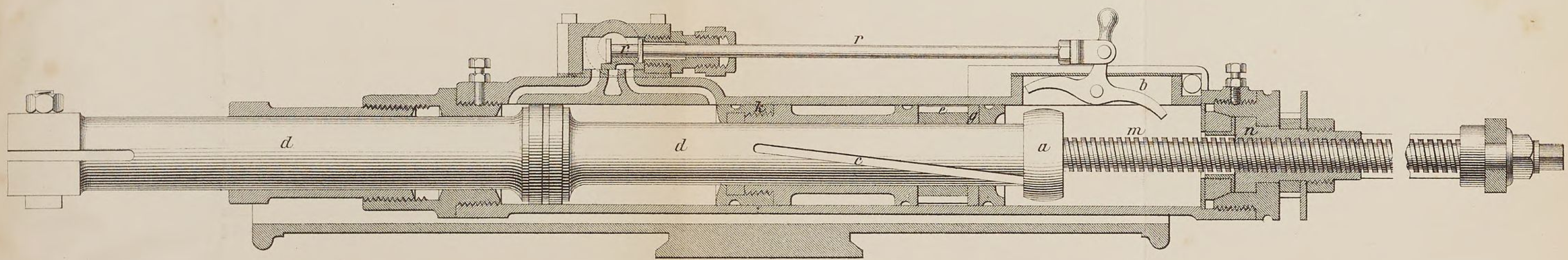


Fig. 161.

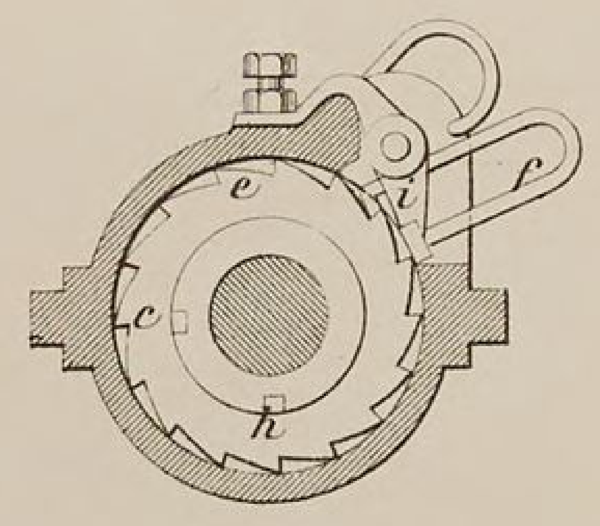
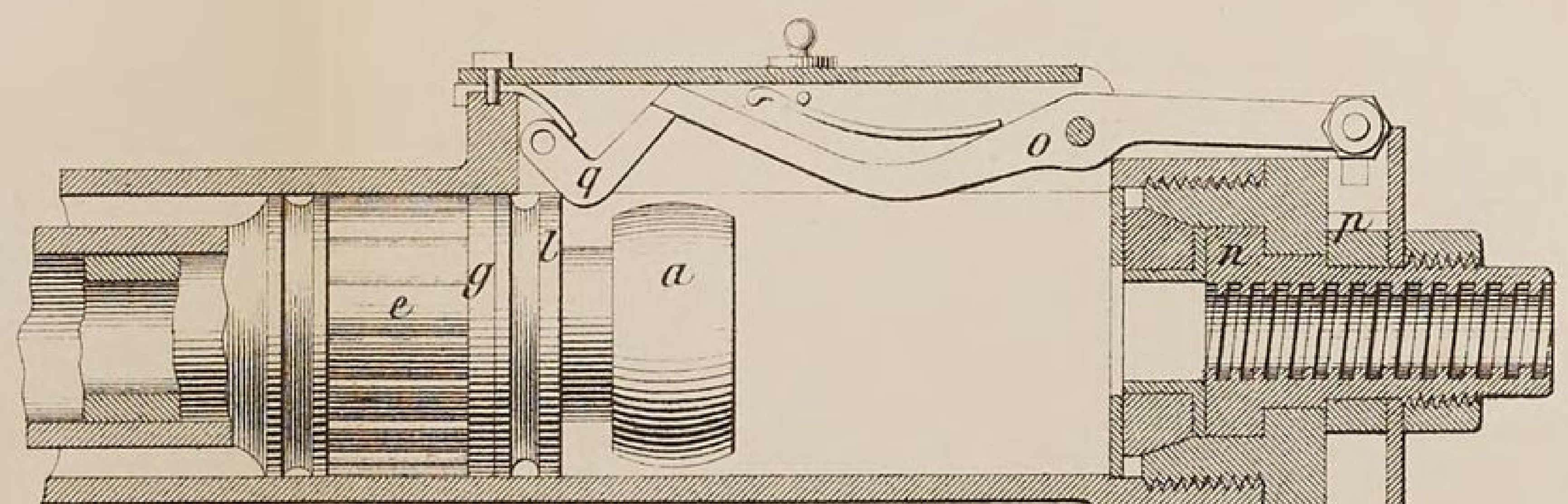


Fig. 162.



Geogr. lith. Inst. u. Steindr. v. W. Greve, Kgl. Hoflith. Berlin.

weil die Reibung des Kolbens gegen die Cylinderwand grösser ist, als die des Sperrrades gegen ein neben ihm liegendes Frictionsrad g. Der Widerstand des letzteren, welches mit einem Zahne in der axialen Nut h der Kolbenstange gleitet, kann noch durch die Feder f regulirt werden, indem dieselbe mit einem Schuh auf den Umfang des Rades g drückt und mittelst einer Schraube mehr oder weniger fest gegen den Umfang gepresst wird. Bei kleineren Maschinen erfolgt der Vorschub des Bohrers durch die Hand des Arbeiters, indem die Leitspindel m durch eine Kurbel gedreht wird; die Spindel hat ihre Mutter in n und findet ihr Widerlager in einem Bügel, der an dem Cylinder festgeschraubt ist. Für grössere Maschinen ist zum Zwecke des Vorschubes ein eigenes Schaltwerk angebracht, wie es, Fig. 162, dargestellt ist. Als Meissel wird ein Kreuzbohrer verwendet, bei welchem die Schneiden nicht, wie gewöhnlich, rechtwinkelig gegeneinander stehen, sondern stumpfwinkelig. In neuerer Zeit sind auch die grösseren Maschinen so construirt, dass der Vorschub durch Arbeiter bewirkt werden muss, weil man gefunden hat, dass dadurch eine regelmässigere Arbeit hervorgerufen wird[443]). Sie gleicht in ihrer jetzigen Gestalt sehr der noch zu erwähnenden Maschine von Ingersoll. Beim Schachtabteufen dient zur Aufnahme der Maschine ein stativartiges Gestell, für den Querschlagsbetrieb ein säulenartiges mit drei Füssen versehenes Gestell, welches auf einem niedrigen Wagen fahrbar ist; beide Gestelle sind mit Universalmuffen versehen, welche jede beliebige Stellung der Maschine zulassen, so dass jeder Punkt des Ortsstosses bequem mit dem Meissel erreicht werden kann[444]). Das Gestell, welches von Cranston speciell für die Maschine von Burleigh angegeben ist, geht aus der Fig. 163 hervor[445]). Die Versuche mit dieser Maschine werden, so weit sie bekannt geworden sind, als recht zufriedenstellend geschildert; dass ihr bei ihrer Anwendung auf Königsgrube in Oberschlesien[446]) und zu Przibram in Böhmen vor der Sachs'schen Maschine der Vorzug eingeräumt wird, wurde bereits oben S. 350 erwähnt. Auch auf dem Jakobsschachte bei Polnisch Ostrau sind die Versuche zufriedenstellend ausgefallen[447]). In Amerika ist sie in ausgedehnter Anwendung gewesen, so namentlich auch im Hoosac-Tunnel, so auch im Sutro-Tunnel, obwohl sie im Allgemeinen durch Maschinen neuerer Construction mehr und mehr verdrängt werden soll.

[443]) The Engineering and Mining Journal. Vol. 22. p. 380. — Althans: das Berg- u. Hüttenwesen auf der Ausstellung in Philadelphia. S. 22. — Riedler a. a. O. S. 13. — Koch: berg- u. hüttenm. Mittheilungen aus den westlichen Staaten von Nordamerika, in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26B. S. 55.

[444]) Riedler a. a. O. S. 16.

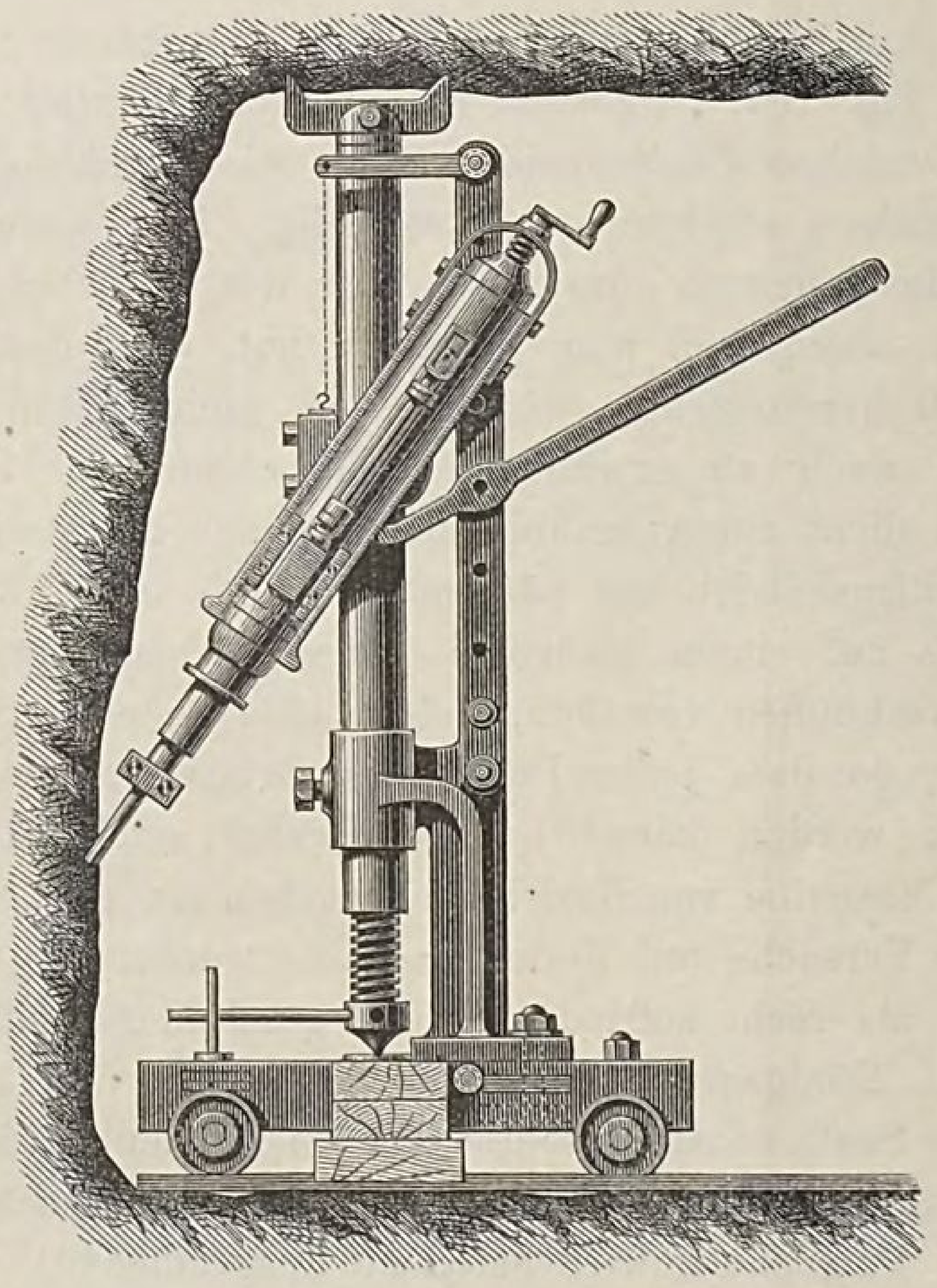
[445]) The Mining Journal. London. Vol. 42. p. 953; Vol. 44. p. 373; Vol. 46. p. 243.

[446]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 23B. S. 93. — Bd. 24B. S. 146.

[447]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1875. S. 462.

12. Dem Vorbilde der vorigen folgt die der Firma Brydon, Davidson und Warrington patentirte, unter dem Namen Power Jumper auf der Wiener Ausstellung bekannt gewordene[448]), von der Aktiengesellschaft Withley Partners in Leeds eingeführte Bohrmaschine. Sie ist einfacher als die Maschine von Burleigh, auch sind die Theile, welche dort ausserhalb der Umhüllung liegen, in dieselbe verlegt. Nach Fig. 164 hat die Maschine[449]) zwei Kolben a und b, verbunden durch die Kolbenstange c und die Bohrstange d; da die letztere grösseren Durchmesser hat als die

Fig. 163.



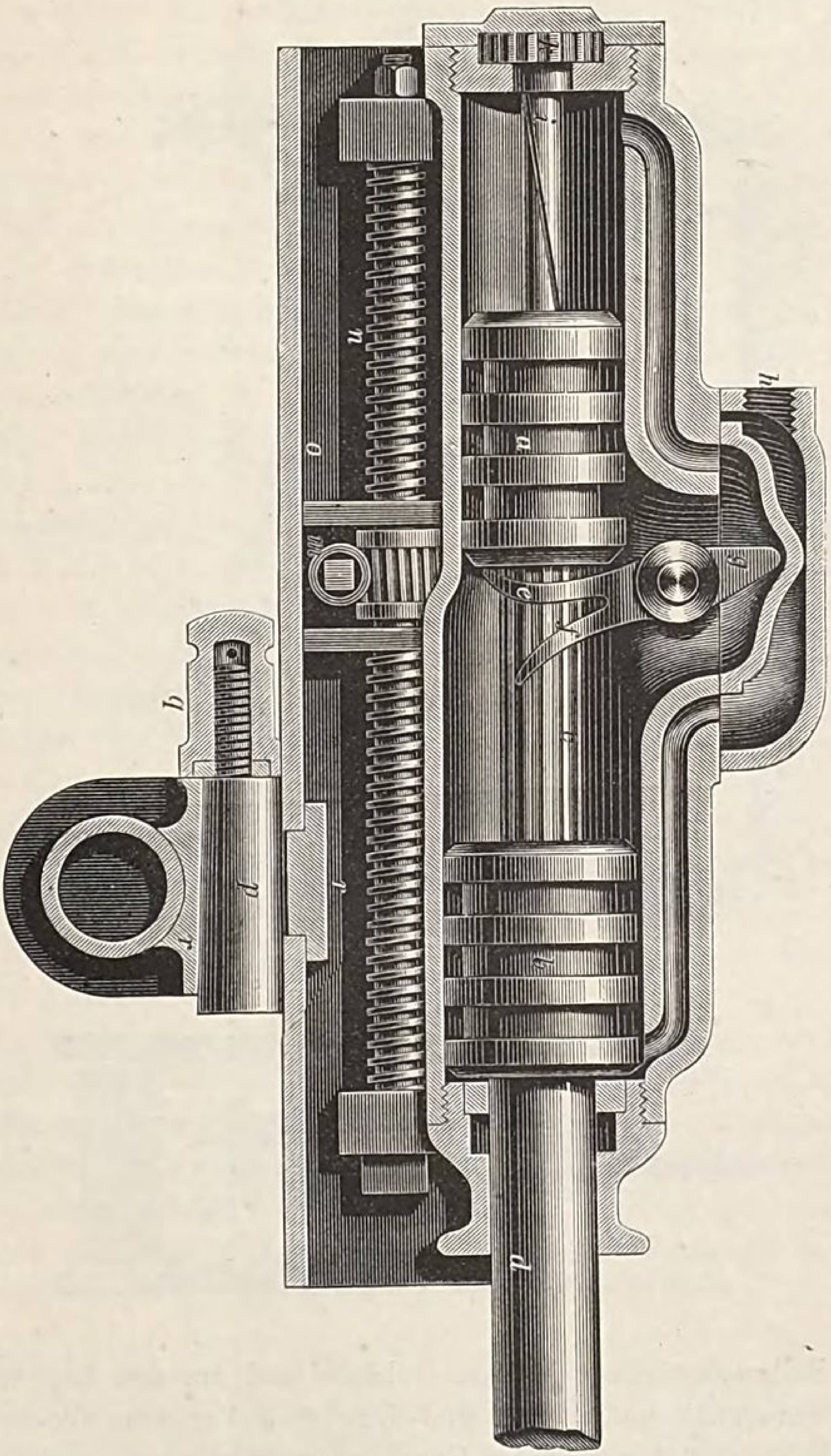
erstere, so ist, um gleichen Kolbenquerschnitt beim Vor- und Rückgang zu erhalten, der Kolben b von grösserem Durchmesser als a. Die Umsteuerung erfolgt durch den dreiarmigen Hebel efg, dessen Arme e und f abwechselnd von den beiden Kolben getroffen werden und dessen Arm g den Muschelschieber hin- und herbewegt. Die Zuführung der Luft erfolgt über dem Schieber bei h. Für die Drehung des Bohrers dient ähnlich wie bei Burleigh die schraubenförmige Nut auf der Stange i, in welcher sich ein

[448]) Amtlicher deutscher Ausstellungsbericht. Braunschweig 1874. Bd. 1. S. 36. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 23 B. S. 91; Bd. 24 B. S. 147. — Glückauf. Essen 1874. No. 7. — The Mining Journal. London. Vol. 43. p. 1305.

[449]) Ziebarth in Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin 1874. S. 721. — Dingler polyt. Journ. Bd. 215. S. 300.

in dem Kolben a angebrachter Zahn führt und während des Rückganges den Kolben zur Drehung veranlasst, da während dieser Zeit die Stange i durch das Sperrrad k festgehalten wird. Beim Vorwärtsgange der Kolben wird die Kolbenstange c durch einen Sperrkegel an der Drehung verhindert,

Fig. 164.



während jetzt ein Mitdrehen der Stange i gestattet ist; zu diesem Zweck ist die Kolbenstange c mit Rinnen versehen, in welche der Sperrkegel eingreift. Diese Einrichtung ist sicherer, als die bei Burleigh, wo die Anordnung lediglich auf Reibung beruht. Der Vorschub ist nicht selbstthätig,

sondern erfolgt von Hand mittelst der Schrauben mm und der Spindel n, welche den Cylinder in dem Gehäuse o vorwärts bewegt. Das Gehäuse ist mit Universalgelenk auf dem dreibeinigen Bohrgestell aufgesetzt und geschieht die Feststellung in einer bestimmten Lage durch Anziehen der Mutter q, welche den Keil p fest gegen das Gehäuse presst und eine Dre-

Fig. 165.

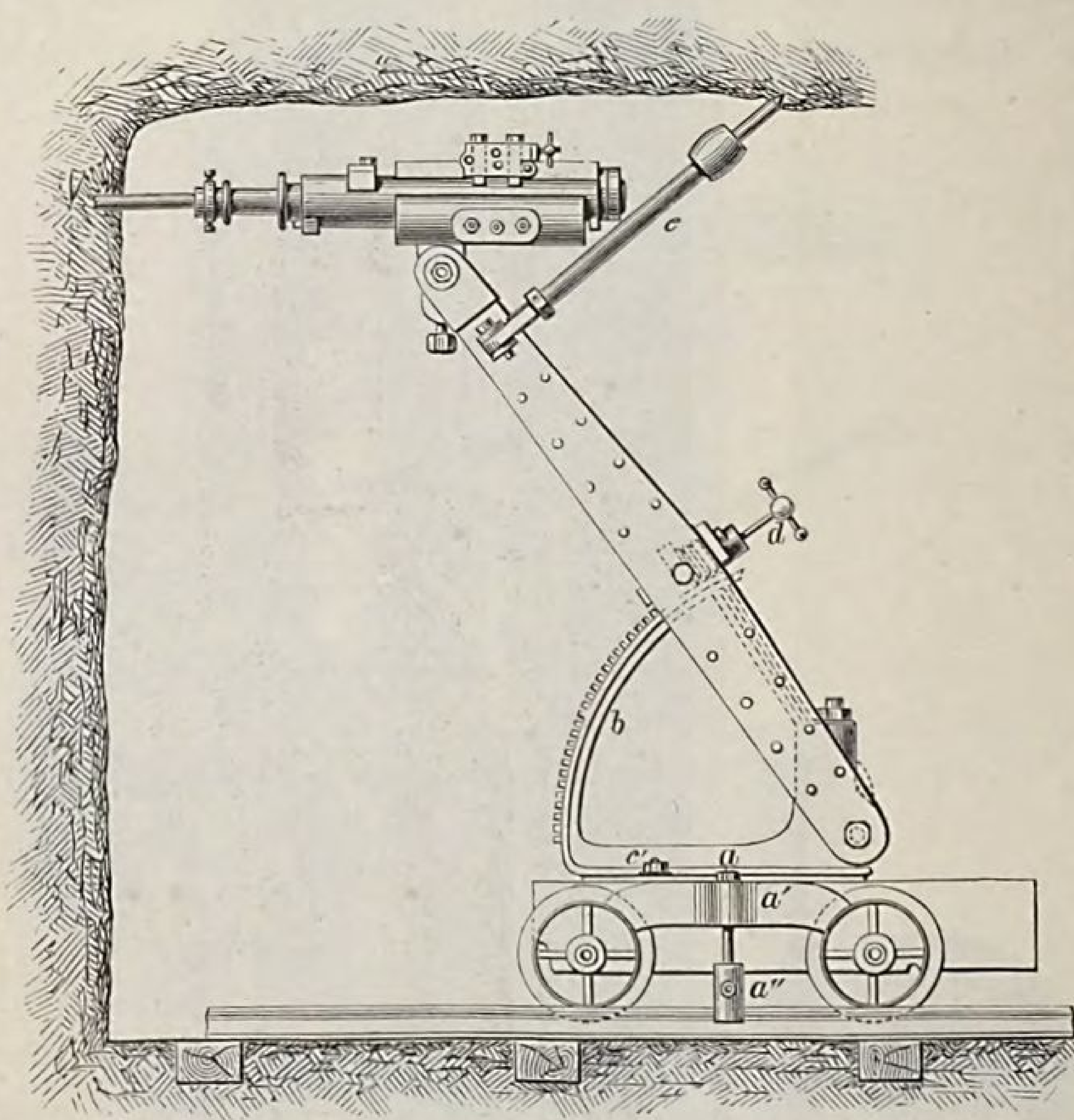
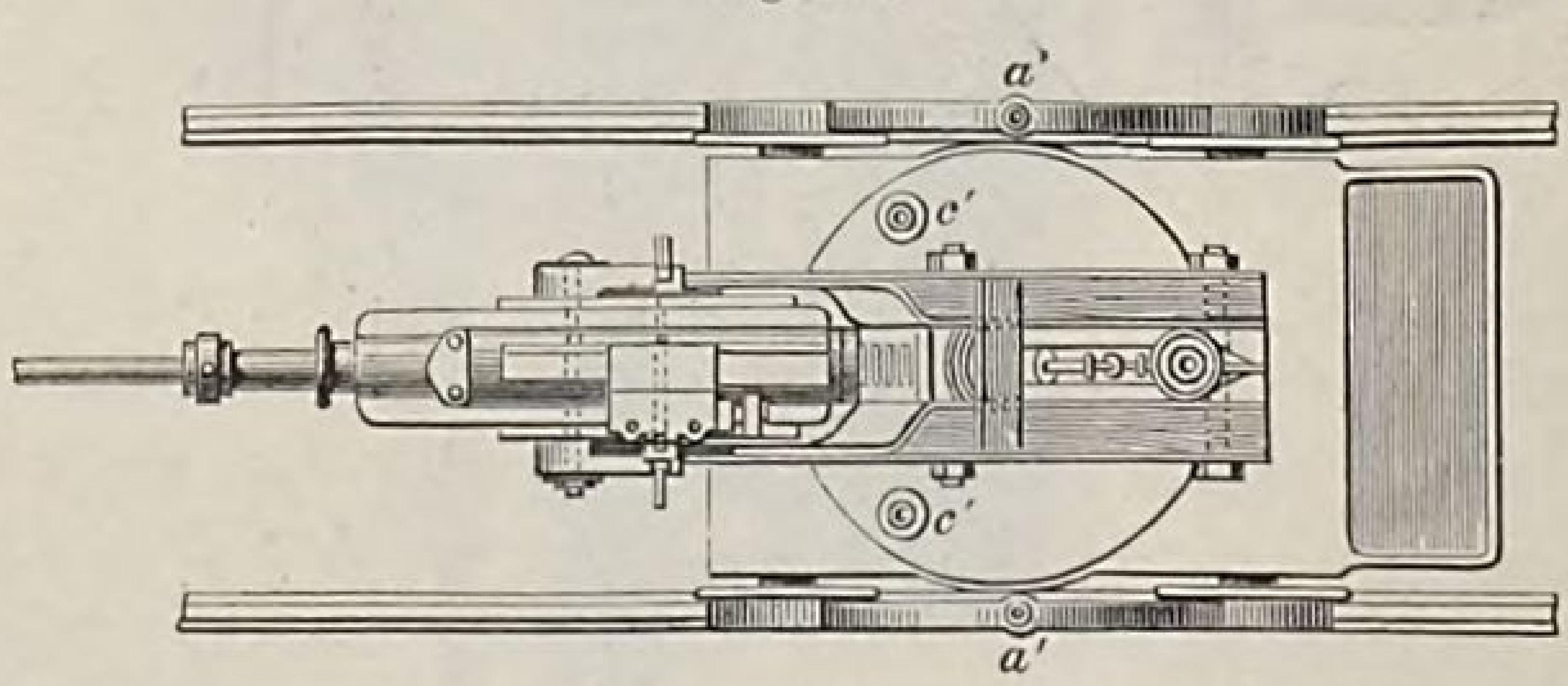


Fig. 166.



hung des Reibungsstücks r in dem Gehäuse und um den Zapfen des Gestellfusses unmöglich macht. Es sind eingehende Versuche mit dieser Bohrmaschine in Saarbrücken und am Harz angestellt worden. Auf den Gruben bei Saarbrücken hat man ein sehr brauchbares Gestell aus England für diese Maschine bezogen. Fig. 165. 166. Nachdem die Maschine in die zum Bohren geeignete Lage gebracht ist, wird der das Bohrgestell tragende Wagen durch Anziehen der Schraubenmutter a_2 an die Schienen festge-

klemmt und sodann werden die Räder durch Anziehen der Mutter a vermittelst der Bremse a_1 gebremst. Durch ein Charnier ist der Träger mit einer runden Platte versehen, die um ihre Achse drehbar ist und durch die Schrauben c c_1 c_2 festgestellt werden kann. Vermittelst des gezahnten Quadranten b und der Schnecke d kann die Neigung des Trägers beliebig verändert werden; zur Aufnahme der durch die Bohrarbeit ausgeübten Stösse und Erschütterungen dienen die beiden Sperrspiesse e und e_1, deren Länge durch Gewinde regulirt werden kann[450]).

13. Als besonders leistungsfähig wird die Maschine von Mc Kean hervorgehoben[451]), welche sich gleichfalls dadurch auszeichnet, dass der grösste Theil des Bewegungsmechanismus in das Innere des Gehäuses verlegt ist. In einem aus Bronze gefertigten Gestellstück befinden sich der Arbeitscylinder, das Schiebergehäuse und der Steuerungsmechanismus; der ganze Apparat wird mittelst Universalgelenk auf dem Gestell, welches für Arbeiten in Schächten, in Strecken und im Freien verschieden construirt ist, befestigt. Der Vorschub, welcher ursprünglich selbstthätig hergerichtet war, erfolgt bei den neueren Maschinen mittelst der Hand. Kolben, Kolbenstange und Bohrkopf sind aus Stahl in einem Stück hergestellt, der Kolben ist durch Metallringe gedichtet und der Bohrer in gewöhnlicher Weise durch Keil und Schraube befestigt. Die Kolbenstange ist in ihrem oberen Theile verdickt, so dass beim Vor- und Rückwärtsgehen des Kolbens mittelst dieses Ansatzes die Arme eines Hebels hin- und herbewegt und mittelst dieser die regelmässige Umstellung eines Drehschiebers bewirkt wird, wodurch die Betriebsluft einmal über, das andere Mal unter den Kolben gelangt, also die Hin- und Herbewegung des Kolbens hervorgerufen wird. Dessen Drehung wird dadurch erzeugt, dass in dem verstärkten Theile der Kolbenstange steil schraubenförmige Gänge eingeschnitten sind, in welchen die Gewinde einer steilen Schraube in fortwährendem Eingriff stehen. Geht die Kolbenstange mit dem Bohrer vorwärts, so wird die Schraube einfach gedreht; beim Rückgange aber verhindert ein Sperrhaken die Drehung dieser Schraube und deshalb muss die Kolbenstange und mit ihr der Kolben sich drehen. Der Unternehmer des Gotthardstollns hat diese Maschine in Benutzung genommen und sie namentlich bei den Arbeiten zur Erweiterung des Richtstollns sehr bewährt gefunden, so dass an der Seite von Airolo eine grosse Zahl solcher Maschinen in Thätigkeit gesetzt sind[452]).

[450]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 24B. S. 147.

[451]) Dr. Zwick: neuere Tunnelbauten. Leipzig 1873. S. 72. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1873. S. 190. — Dingler polyt. Journal. Bd. 206. S. 172. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. tome 3. pag. 620. 629. 634. — The Mining Journal. London. Vol. 42. p. 854. 878. Vol. 43. p. 238. 956. 1304. 1432. Vol. 44. p. 1097. Vol. 45. p. 862. Vol. 47. p. 283. — André a. a. O. p. 161.

[452]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1877. S. 165.

14. Eine dem Princip nach den beiden vorigen sehr ähnliche Bohrmaschine ist in Amerika von Ingersoll beim Betrieb des Musconetcong-Tunnel (New Jersey) zur Anwendung gelangt[453]. Dieselbe ist im Jahre 1871 zuerst bekannt, seit 1873 aber wesentlichen Verbesserungen unterworfen worden[454]. Das Vorschieben des Bohrers erfolgt selbstthätig durch die Maschine, kann aber auch jederzeit durch die Hand des Arbeiters geschehen, während das Umsetzen auch hier durch den Treibkolben bewirkt wird. Die Führungsstange desselben ist nicht gerade, sondern schwach gewunden; die sonst runde Stange ist mit Zügen versehen, in denen eine mit entsprechenden Federn armirte und im Kolben befestigte Mutter läuft, wodurch sie nebst Kolben und Kolbenstange bei der Rückwärtsbewegung eine der Grösse der Windung entsprechende Drehung anzunehmen gezwungen ist. Das Ende der Führungsstange trägt, wie bei den vorher beschriebenen Maschinen, ein Sperrrad mit zwei Sperrkegeln, welche ihre Drehung nach einer Richtung verhindern, nach der andern aber gestatten. Bei dem Rückgange des Kolbens wird die Bewegung verhindert, daher sich die Mutter im Kolben an den Zügen der Führungsstange und mit der Mutter der Kolben und der Bohrer drehen muss; beim Vorgange des Kolbens dreht sich die Führungstange frei und wird von dem gradaus sich bewegenden Kolben mitgenommen und selbst gedreht. Die Steuerung erfolgt durch einen Vertheilungsschieber, welcher durch zwei Winkelhebel bewegt wird, indem je ein Arm durch den Treibkolben bei dem Vor- und Rückwärtsgange desselben seitwärts geschoben wird. Hier wie bei allen ähnlichen Maschinen muss durch die gewaltsamen Stösse des Kolbens eine starke Abnutzung des Hebelapparats stattfinden und wird vor und hinter dem Kolben ein schädlicher Raum gebildet, welcher einen starken Gebrauch von comprimirter Luft bedingt. Die Maschine steht auf einem Dreifuss, welcher durch angehängte Gewichte stabil gemacht wird, und ist durch ein Universalgelenk auf demselben beweglich; auch sind andere Gestelle, wie Spreizen oder Wagengestelle in Anwendung. In Schweden sind im Ganzen zufriedenstellende Versuche angestellt[455].

15. Die grösste Einfachheit wird der in England neu zur Anwendung gelangten Bohrmaschine von Darlington nachgerühmt[456] und in der That

[453]) The Engineering and Mining Journal. New York. Vol. 17. p. 162; Vol. 19. p. 394; Vol. 31. p. 318. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1874. S. 159. 437. — Dr. Gurlt a. a. O. S. 15. — The Mining Journal. London. Vol. 46. p. 758. — André a. a. O. p. 162. — Althans a. a. O. S. 23. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. II série, t. 8. p. 898. — Mittheilungen aus der Tagesliteratur des Eisenbahnwesens. Berlin 1880. S. 171.

[454]) Riedler a. a. O. S. 23. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1878. S. 3.

[455]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1878. S. 235.

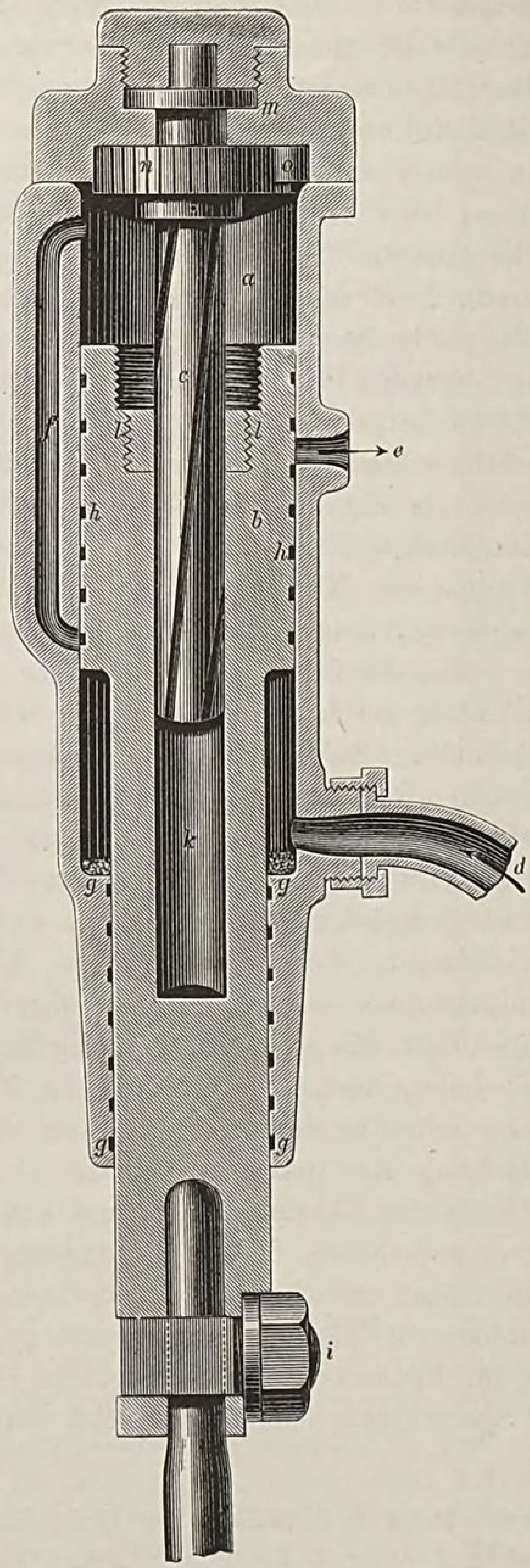
[456]) Dr. Gurlt: Der Darlington-Gesteinsbohrer. Bonn 1875. S. 18. — Simon in Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins für Kärnthen. Klagenfurt 1875. S. 151.

besitzt sie ausser der vorher beschriebenen Vorrichtung zum Umsetzen des Bohrers, welche ursprünglich von John Darlington und Thomas Jordan herrühren soll, und der mittelst der Hand zu bewirkenden Einrichtung zum Vorschub keine weiteren Vorkehrungen zur Steuerung, welche dem Schadhaftwerden ausgesetzt sein könnten, indem der Kolben allein die Umsteuerung bewirkt. Die Maschine besteht, Fig. 167, aus dem Cylinder, dem feststehenden, und aus dem Kolben mit Kolbenstange, dem beweglichen Theile. Der Cylinder a ist in seinem unteren Theile, in welchem sich die Kolbenstange bewegt, verjüngt; bei d tritt die comprimirte Luft in den Cylinder, bei e befindet sich die Austrittsöffnung derselben; ausserdem befinden sich in der Cylinderwandung Luftwege f. Ferner sind in der Wandung des engeren Cylindertheils sieben flache Ringe g g ausgedreht, welche mit Oel gefüllt zur Dichtung dienen. Der Kolben b mit Kolbenstange ist aus Gussstahl in einem Stück hergestellt und hat an seinem Umfange gleichfalls 7 flache Ringe h h, welche zur Dichtung dienen. Die Kolbenstange hat einen geringeren Durchmesser als der Kolben, so dass zwischen ihr und der Cylinderwand ein ringförmiger Raum bleibt, in welchen die comprimirte Luft bei dem Rückgange des Kolbens eintritt. Die Spitze der Kolbenstange hat eine Aussparung, welche zur Aufnahme des Bohrers bestimmt ist; sie ist an einer Seite abgeflacht, um einen Sitz für die Mutter der Klemmschraube i zu bilden, durch die Stange ist ein Schlitz ausgeschnitten, in welchen ein geschmiedetes Stück Stahl, als Klemme, genau passt, erst nachdem das Einpassen erfolgt ist, wird Kolbenstange und Klemme zur Aufnahme des Bohrers ausgebohrt; die Klemme wird mit Gewinde versehen, auf welches die Mutter passt. Zum Einsetzen des Bohrers wird die Mutter gelöst und demnächst fest angezogen, so dass das Erlängen des Bohrers auf die einfachste Weise erfolgen kann. Kolben und Kolbenstange haben nach hinten eine cylinderische Ausbohrung k, in welche die Führungsstange c hineinragt, die Ausbohrung ist im Kolben bei l erweitert und mit Schraubengewinde versehen, in welches eine Führungsmutter der Führungsstange hineingeschraubt werden kann. Der Cylinder wird durch den Deckel m geschlossen, der in seinem Innern Aussparungen enthält, welche das hintere Ende der Führungsstange und den Mechanismus zum Umsetzen des Bohrers aufnehmen. Die Führungsstange ist nämlich mit drei eingeschnittenen Zügen versehen, in welche drei Rippen auf der inneren Seite der stählernen Führungsmutter genau passen. Ferner trägt die Führungsstange im Innern des Cylinderdeckels ein Sperrrad n, in dessen Zähne zwei Sperrkegel o einfallen, welche durch eine Spiralfeder

— Dingler polyt. Journal. Bd. 217. S. 177. — Der Berggeist. Köln 1874. S. 487; 1875. S. 338. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1876. S. 153. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 24B. S. 147. — The Mining Journal. London. Vol. 44. p. 472. 1315. Vol. 45. p. 703. Vol. 47. p. 1444. — André a. a. O. p. 162. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. II série, t. 8. p. 880.

angedrückt werden; die Sperrkegel gestatten eine Drehung von links nach rechts, verhindern aber eine solche in umgekehrter Richtung. Wenn beim

Fig. 167.



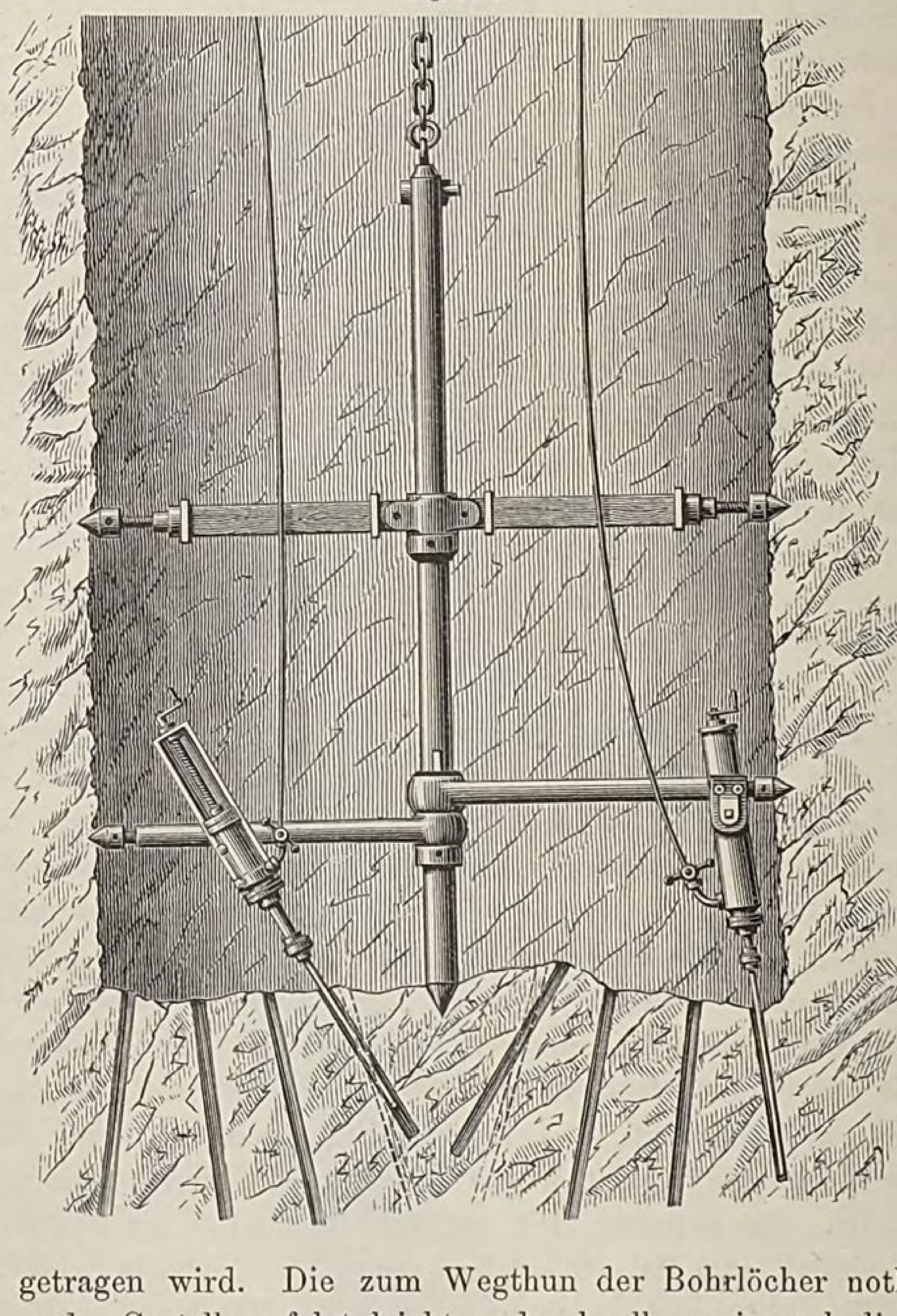
Rückgange des Kolbens die in ihm eingeschraubte Führungsmutter sich an den Zügen der Führungsstange entlang bewegt, steht das Sperrrad fest,

wodurch Kolben, Kolbenstange und Bohrer gezwungen werden, eine Drehung vorzunehmen; bei der Vorwärtsbewegung aber findet der Kolben an der Führungsstange durch die Sperrkegel keinen Widerstand, so dass er ungehindert geradeaus gleiten kann, aber dabei die Führungsstange zwingt, ihm zu folgen und sich ihrerseits zu drehen. Das Spiel der Maschine ist nun folgendes: die Luft tritt durch d unter den Kolben und drückt denselben rückwärts, bis der Luft die Kanäle f frei gemacht werden und durch diese die Luft über den Kolben gelangen kann; da sie hier auf eine viel grössere Kolbenfläche wirkt, so presst sie den Kolben in umgekehrter Richtung vorwärts, bis er den Ausgang e frei macht, aus welchem die Luft entweicht. Die Stellung der Ein- und Auslassöffnungen ist so angeordnet, dass die Luft mit Expansion arbeitet, und dass sich über und unter dem Kolben Luftkissen bilden, dessen Anschlagen an den Boden und den Deckel des Cylinders also verhindern; es ist hierdurch erreicht, dass die verbrauchte Luftmenge sehr gering und geringer, als bei anderen Bohrmaschinen ist, obwohl sie 1000 Hübe in der Minute machen kann und in der Regel mit 600 bis 800 Hüben arbeitet, was nur dadurch möglich ist, dass eine der schnellen Abnutzung ausgesetzte Liderung vermieden ist, indem wenige Tropfen Oel, in die Ausströmungsöffnung e eingebracht, die Dichtung vollkommen herstellen. Der Ausschub der Maschine erfolgt, um sie nicht unnöthig complicirt zu machen, nicht selbstthätig, sondern durch die Hand des Arbeiters. Die Maschine liegt in einem Rahmen, an dessen Seiten Führungsleisten angebracht sind, in welchen zwei dem Arbeitscylinder angegossene Backen gleiten; durch den Kopf des Rahmens ist die Schraubenspindel, welche den Ausschub bewirkt, hindurchgeführt, die an dem hinteren Ende die Kurbel zum Drehen trägt und durch einen mit Muttergewinde versehenen Anguss am Cylinder hindurchgeht; durch Drehuug der Kurbel wird also der Cylinder und mit ihm der Bohrer vor- und rückwärts bewegt. Die Maschine kann auf einem gewöhnlichen Dreifuss befestigt werden. Darlington hat aber auch ein besonderes Gestell construirt, aus einer gusseisernen Spreize bestehend, an welche die Maschine mittelst Klammergelenk angefügt wird, welches ein Universalgelenk völlig ersetzt. Die Bohrmaschine soll sich ihrer Einfachheit und ihrer Leistungsfähigkeit wegen in England bereits eines sehr guten Rufs erfreuen. In neuester Zeit ist von Darlington ein leicht zu handhabendes Gestell zum Bohren mit zwei seiner Maschinen in Schächten angegeben[457]), Fig. 168, welches sich auch für andere Maschinen empfiehlt. Eine hölzerne Spreize von 26 Centimeter Dicke, welche an jedem Ende mit Klauenfuss und Schraube versehen ist, wird etwa 3 bis 4 Meter über der Schachtsohle horizontal in der Mitte des Schachtes befestigt. In der Mitte der Spreize befindet sich eine gusseiserne Führung, durch welche ein etwa

[457]) Dr. Gurlt: über Darlington's Abteufbohrgestell in berg u. hüttenm. Zeitg. 1876. S. 69. — The Mining Journal. London. Vol. 46. p. 948.

$5^1/_2$ Meter langer hohler eiserner Schaft senkrecht hindurchgeführt wird; derselbe ist oben mit Ring und Kette versehen, mittelst welcher das ganze Gestell beliebig ein- und ausgehängt werden kann. Der verticale Schaft trägt 2 eiserne horizontale Arme, welche um ihn drehbar sind und mit Schrauben gegen die Schachtstösse verspreizt werden; dieselben bilden die eigentlichen Träger der Bohrmaschine, welche in denselben von Universal-

Fig. 168.



gelenken getragen wird. Die zum Wegthun der Bohrlöcher nothwendige Beseitigung des Gestells erfolgt leicht und schnell, sowie auch die Wiedereinrichtung schnell bewirkt werden kann. — Bei den in der Gegend von Waldenburg mit der Maschine angestellten Versuchen hat man die Resultate nicht besonders glänzend gefunden, obwohl die Versuche nicht als abgeschlossen anzusehen sind[458]. Bei den betriebsweisen Versuchen auf dem Rammelsberge bei Goslar hat sich die Maschine vortrefflich bewährt,

[458]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 25 B. S. 223.

so auch beim Schachtabteufen im Siegen'schen[459]), wogegen ihre Benutzung beim Abteufen der Ernstschächte im Mansfeld'schen zwar nicht unbefriedigende Resultate geliefert hat, aber doch nicht solche, dass man zur regelmässigen Benutzung übergehen würde[460]). Dagegen wird die Verwendung der Maschine auf der Bellacorkish Grube (Isle of Man) sowohl beim Schachtabteufen, wie beim Streckenbetriebe als sehr vortheilhaft geschildert[461]). Der einzige Mangel der Maschine besteht darin, dass sie ein grösseres Luftquantum, als die übrigen Maschinen, erfordert, indem die comprimirte Luft beständig mit dem Cylinderraume vor dem Arbeitskolben communicirt, beim Verstossen des letzteren weiter comprimirt werden muss und so die Schlagwirkung des Bohrers abschwächt. Darlington hat diesen Mangel bereits durch rationelle Wahl des Verhältnisses zwischen der vorderen und hinteren Fläche des Kolbens, so wie der Anordnung der Ein- und Austrittsöffnung der Luft auf ein Minimum verringert, und Neill in New-Orleans hat ihn zu einem Vortheil umgewandelt, indem er die Luftcompression durch den Kolben nur so weit zulässig macht, dass ein Luftpuffer, welcher das Aufschlagen des Kolbens verhindert, gebildet wird. Die so abgeänderte und in Deutschland hergestellte Maschine ist auf dem Rammelsberge bei den dortigen ausgedehnten Versuchen und der späteren betriebsmässigen Einführung mit vollem Erfolg in Gebrauch genommen[462]).

16. Die stattliche Reihe der bereits des Weiteren oder Kürzeren erwähnten Bohrmaschinen beweist, dass ein allgemein geltendes und als brauchbar erkanntes Princip bisher noch nicht aufgefunden werden konnte; dies erhellt noch weiter daraus, dass ausser den beschriebenen in neuerer Zeit noch eine grosse Zahl anderer Maschinen in der Litteratur erwähnt wird, welche hier kaum anders als durch den Namen der Erfinder bezeichnet werden können. Besonders hervorzuheben unter diesen dürfte die Maschine von Ferroux sein, welche auf den Principien von Sommeiller beruht, indem das Vortreiben durch einen besonderen Kolben (Propulseur) erfolgt; im nördlichen Richtstolln des Gotthard-Tunnels ist diese Maschine zur ausschliesslichen Anwendung gelangt[463]). Dennoch hat diese Maschine ihre Uebelstände, indem sie zu lang und schwer construirt ist, auch der Luft-

[459]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26B. S. 367; Bd. 31B. S. 187.

[460]) Ebenda Bd. 26B. S. 369.

[461]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1879. S. 138.

[462]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 28B. S. 239; Bd. 30B. S. 231. — Dingler polyt. Journal. Bd. 239. S. 182.

[463]) Dr. Gurlt: a. a. O. S. 14. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1874. S. 354. Jahrg. 1875. S. 315. — Dingler polyt. Journal. Bd. 215. S. 495. — Glückauf. Essen 1874. No. 51. — The Mining Journal. London. Vol. 46. p. 354. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. 2 série, t. III. p. 619. 621. 634. — Bericht über die General- u. Wander-Versammlung des montan. Vereins für Steiermark u. des berg- u. hüttenm. Vereins für Kärnthen. Klagenfurt 1875. S. 37. — The Mining Journal. London. Vol. 47. p. 1257.

verbrauch grösser als bei anderen Maschinen wird[464]). Daher hat sie auch bisher beim Bergbau keine ausgedehntere Anwendung gefunden, und, obwohl man sich bemüht hat, für diesen Zweck die Construction zu verbessern, so ist sie doch noch zu complicirt geblieben[465]), obwohl die Versuche auf den Kohlengruben des Levant du Flénu in Belgien als sehr günstige geschildert werden[466]). Die Maschine von Fowle[467]) erinnert an die von Burleigh, die von Azolino dell' Acqua in Mailand[468]) zeichnet sich von dieser und ähnlichen durch Hahnsteuerung aus, ist aber sehr complicirt, sie war in Wien ausgestellt. Die Maschine von Ford[469]) soll in Australien Anwendung gefunden haben, die von Doering und Twigg[470]) soll zwar keinen besonderen Steuermechanismus besitzen, aber in dem Bewegungsapparat sehr complicirt sein, obwohl der ganze Apparat nur geringe Dimensionen hat, die von Schmidt[471]), für einen Tunnelbetrieb in Californien benutzt, beruht auf dem Princip von Donking (oben unter No. 8 S. 352) und hat als Schneiden für das Gestein Diamantringe. Die Maschine von Warrington, Kainotomon genannt, soll sich angeblich durch grosse Dauerhaftigkeit auszeichnen und selten Reparaturen bedürfen[472]); der Excelsior von Ball & Comp. ist eine Vereinfachung der Maschine von Burleigh, auch leichter, als diese[473]), die Maschine von Wood hat in Amerika bei Tunnelbetrieb Anwendung gefunden[474]); dieselbe zeichnet sich dadurch vor anderen Maschinen aus, dass die Länge ihres Kolbenhubes verstellbar ist, die Erschütterungen und Reibungen und dadurch die Abnutzung erheblich geringer sind; sie tritt jetzt unter dem Namen Dynamic in verbesserter Construction auf; die Maschine von Warring

464) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1877. S. 166.

465) Comptes rendus mensuels des réunions de la société de l'industrie minérale. Juin 1876. p. 5.

466) Revue universelle des mines et de la métallurgie. II série, tome IV. p. 464.

467) The Mechanics' Magazine. Vol. 89. p. 112.

468) Zeitschr. des Vereins dtsch. Ingen. Bd. 18. S. 722. — Dingler polyt. Journal. Bd. 215. S. 301.

469) American Journal of Mining. New York 1868. Vol. 6. S. 39.

470) Polytechnisches Centralblatt. Leipzig 1869. S. 365. 1062. — The Mechanics' Magazine. Vol. 90. S. 386. — The Mining Journal. London 1868. S. 906.

471) The Engineering and Mining Journal. New York 1871. S. 329.

472) The Mining Journal. London. Vol. 44. p. 94. 528. 1209. — André a. a. O. p. 160.

473) The Mining Journal. London. Vol. 43. p. 1211. 1406. Vol. 44. p. 68.

474) The Engineering and Mining Journal. New York. Vol. 17. p. 145; Vol. 33. p. 327; Vol. 34. p. 41. — The Mining Journal. London. Vol. 44. p. 373. — Der Berggeist. Köln 1873. S. 486. — Althans a. a. O. S. 23. — Riedler a. a. O. S. 48. — Oesterr. Zeitschr. f. B.-, u. H.-Wesen. Wien 1878. S. 38.

ist mit Dampf betrieben[475]). Es werden noch genannt Maschinen von Warsop[476]), von Anstin[477]), von Prince[478]), der Champion von Ullathorne[479]), der Levet, in Frankreich erfunden, von Harwood in England eingeführt[480]), die Maschine von Reynolds[481]), die Bohrmaschine der Union Rock Drill Co. zu New-York ist aus der vorigen und einer Construction von Winchester combinirt[482]), von Meyer[483]), welche in Westfalen mehrfach mit gutem Erfolge angewendet ist und von der Fabrik von Dinnendahl zu Huttrop bei Steele geliefert wird, ausserdem aber bei den Versuchen auf dem Rammelsberge bei Goslar sich vorzüglich bewährt hat[484]), von Sotzmann[485]), von Jellinghaus-Rosenkranz[486]), von Allison[487]), von Schram[488]), von Mahler empfohlen, welche mit Dampf betrieben

[475]) The Engineering and Mining Journal. New York. Vol. 17. p. 225. — The Mining Journal. London. Vol. 44. p. 528. — Althans a. a. O. S. 23. — Riedler a. a. O. S. 42. — Oesterr. Zeitschr. 1878. S. 23.

[476]) The Mining Journal. London. Vol. 44. p. 873. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1875. S. 322. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1876. S. 155. — André a. a. O. p. 165.

[477]) The Mining Journal. London. Vol. 43. p. 392.

[478]) Ebenda. Vol. 43. p. 189.

[479]) Ebenda. Vol. 45. p. 545. 736. 882. Vol. 46. p. 1141. — The Engineering and Mining Journal. New York. Vol. 33. p. 119.

[480]) Ebenda. Vol. 45. p. 653.

[481]) The Engineering and Mining Journal. New York. Vol. 19. p. 385. 473. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1875. S. 392. 426. 442; 1876. S. 18. — Dingler polyt. Journal. Bd. 219. S. 33. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1876. S. 154. — Althans a. a. O. S. 24. — Riedler a. a. O. S. 41.

[482]) The Engineering and Mining Journal. New York. Vol. 22. p. 327. — Althans a. a. O. S. 24. — Riedler a. a. O. S. 34. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1878. S. 15.

[483]) Glückauf. Essen 1875. No. 16; Jahrg. 1876. No. 4; Jhrg. 1877. No. 59. 63; Jhrg. 1878. No. 34; Jhrg. 1879. No. 5. — Der Berggeist. Köln 1875. S. 189.

[484]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26 B. S. 367; Bd. 27 B. S. 258; Bd. 28B. S. 239. — Zeitschr. des Vereins deutsch. Ingen. Bd. 27. S. 342.

[485]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1871. S. 137.

[486]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 25. S. 223. — Illustr. Patentblatt. Berlin 1878. S. 360.

[487]) Riedler a. a. O. S. 44. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1878. S. 24.

[488]) Oesterr. Zeitschr. 1876. S. 410; 1879. S. 535; 1882. S. 318. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. II série. t. 8. p. 894. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. 1877. S. 204. 275; 1878. S. 235. — Glückauf. Essen 1877. No. 2. — Glaser Annalen Bd. 6. S. 469. — Zeitschr. f. B.-, H. u. S.-Wesen. Bd. 26B. S. 367; Bd. 28B. S. 238. 239. — Kärnthner Zeitschr. Klagenfurt 1880. S. 145.

werden kann und in Ramsbeck eingeführt ist, von Rand[489]), Globe[490]), Turretini[491]), welche sich durch eine sinnreiche Einrichtung zum selbstthätigen Vorschub auszeichnet und neben den Maschinen von Ferroux und Mc Kean im Gotthardtunnel in Benutzung genommen ist, von Cranston[492]), welche der Maschine von Burleigh sehr nahe kommt, von Fröhlich[493]), von Richter[494]), welche mit einem besonderen Gestell beim Betriebe des Kaiser Joseph II. Erbstolln in Schemnitz benutzt wurde, von Angstroem, Gottheil u. a. m. Im Tunnel der Breslau-Freiburg-Schweidnitzer Eisenbahn bei Langwaltersdorf waren zur Anlage von Sprengminen Bohrlöcher von 3,5 Meter Länge, 0,3 Meter Durchmesser in der Höhe von 2,5 Meter von der Sohle des Tunnels anzubringen, wozu der Baumeister Blauel eine mit Dampf betriebene Maschine benutzte, welche ein fest construirtes Untergestell von Holz erhielt, was deshalb anging, weil die Herstellung jedes Bohrlochs mehre Tage dauerte; die Bohrstange war fest an die Kolbenstange des horizontalen Dampfcylinders gefügt und erhielt ihre Drehung durch Sperrrad und Klinkhebel[495]). Als stossende Handbohrmaschine werden noch genannt: die von Weaver[496]), von Jordan[497]), von Schrader und Fritz[498]), von Barlow[499]) u. a. m.

Siemens und Halske haben auch sehr sinnreiche Vorschläge gemacht, den elektrischen Strom als Triebkraft für den Gesteinbohrer zu benutzen[499a]), in die Praxis ist die elektrische Gesteinbohrmaschine zur Zeit noch nicht, auch nicht durch einen Versuch, eingeführt.

Es dürfte schwierig sein, ein Urtheil fällen zu wollen, welche von den zahlreichen Maschinen einen Anspruch haben, sich vor den übrigen beim

[489]) Althans a. a. O. S. 24. — Riedler a. a. O. S. 54. — Oesterr. Zeitschr. 1878. S. 44. — Berg- u. hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer 1878. S. 235.

[490]) The Mining Journal. London. Vol. 47. p. 1442.

[491]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1877. S. 166. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. II série, t. 8. p. 909.

[492]) Riedler a. a. O. S. 70.

[493]) Wochenschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin 1879. No. 36. 51. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 24. S. 37. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1879. — The Engineering. London. Vol. 26. p. 381. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 28B. S. 238. 239; Bd. 31B. S. 187.

[494]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1879. S. 338.

[495]) Annalen für Gewerbe und Bauwesen von Glaser. Berlin 1877. S. 127.

[496]) Riedler a. a. O. S. 55.

[497]) Dingler polyt. Journal. Bd. 227. S. 453. — The Mining Journal. London. Vol. 47. p. 1320. 1356.

[498]) Illustrirtes Patentblatt. Berlin 1878. S. 243. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 27B. S. 255.

[499]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1877. S. 111.

[499a]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1881. S. 24; 1882. S. 270. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 26. S. 555.

Grubenbetrieb einzubürgern, unbedingter und allgemeiner Einführung hat sich noch keine zu erfreuen. Am meisten in Anwendung stehen und haben gestanden die Maschinen von Sachs, Burleigh, der Power Jumper, Darlington (Neill), auch von Osterkamp, besonders für Tunnelbetrieb die von Sommeiller und von Dubois und François; dass die Maschine von Ferroux beim Betriebe des Gotthard-Tunnels benutzt wurde, ist bereits erwähnt. Riedler[500]) berichtet über vergleichende Versuche, welche in Amerika mit den Maschinen von Rand, Ingersoll, Waring angestellt worden sind, welche indess wegen ihrer zu kurzen Dauer und wegen nicht eingehend genug angestellter Beobachtung der wichtigsten Momente zur Vergleichung sich nicht eignen. Ueber die Vorzüge der einen oder der anderen Maschine, wie sie bei Versuchen und beim Gebrauch in den Bergrevieren Europa's zu Tage getreten sind, ist bei den einzelnen Maschinen das Nöthige erwähnt worden. Bei den Versuchen und dem Betriebe auf dem Rammelsberge bei Goslar wurde den Maschinen von Darlington, Meyer und Schram der Vorzug eingeräumt, namentlich aber ist die erste, mit der Abänderung von Neill, in den regelmässigen Betrieb eingeführt worden[501]). Von einigen wichtigen Maschinen giebt Dr. Hartig in einer Besprechung über Gesteinbohrmaschinen[502]) eine Zusammenstellung der Constructionsdetails, welche hier folgen soll.

Name des Erfinders und Jahrzahl der ersten Verwendung.	Umsteuerung des Kolbens.	Umsetzung des Bohrers.	Zuschiebung der Maschine.
Sommeiller. (1857.)	Muschelschieber, von einer besonderen Rotationsmaschine aus bewegt.	Räderpaar, von derselben Rotationsmaschine aus bewegt, welche den Schieber treibt.	Stossknagge, Zahnkuppelung, Schraube und partiell ausgeführte Schraubenmutter; Benutzung der zur Steuerung und zum Setzen vorhandenen Rotationsmaschine.
Sachs. (1863.)	Muschelschieber, von der Kolbenstange durch einen ungleicharmigen Winkelhebel bewegt.	Schaltwerk, von der Kolbenstange aus durch denselben Winkelhebel betrieben, wie der Steuerschieber.	Schraubenpaar, Schaltwerk ungleicharmiger Winkelhebel, wie für Schieber und Setzbewegung.

[500]) Riedler a. a. O. S. 57. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1878. S. 45.

[501]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26B. S. 367; Bd. 28B. S. 239.

[502]) Dr. Hartig in: „der Civilingenieur". Leipzig. Bd. 21. S. 149.

Name des Erfinders und Jahrzahl der ersten Verwendung.	Umsteuerung des Kolbens.	Umsetzung des Bohrers.	Zuschiebung der Maschine.
Dubois und François. (1868.)	Muschelschieber, mittelst zweier ungleichgrosser Hilfskolben durch den Druck der zutretenden Luft bewegt; Kegelventil, Winkelhebel, Stossknagge an der Kolbenstange.	Zwei Hilfskolben, durch den Druckwechsel in den Admissionskanälen des Cylinders bewegt, versetzen einen Balancier in Schwingung, welche mittelst Schaltwerk in die absetzende Drehung der Kolbenstange umgewandelt wird.	Von Hand, mittelst Kurbel, Kegelräderpaar, Schraubenpaar.
Burleigh. (1869.)	Muschelschieber, von einer Stossknagge der Kolbenstange mittelst Winkelhebel bewegt.	Steilgängiges Schraubenpaar, Schaltwerk mit Bremsring.	Schraubenpaar, Schaltwerk, durch Winkelhebel von derselben Stossknagge bewegt, welche die Schieberbewegung hervorbringt. Die automatische Zuschiebung bei neueren Ausführungen auch wohl weggelassen.
Osterkamp. (1869.)	Steuerkolben durch Luftdruck bewegt.	Kegelräderpaar, Schaltwerk, von dem Steuerkolben aus bewegt.	Von Hand; Kurbel und Schraubenpaar.
Mc Kean. (1872.)	Oscillirender Schieber, von einer doppelkegelförmigen Knagge der Kolbenstange mittelst zweier Stosshebel bewegt.	Steilgängige Schraube mit partiell ausgeführter federnder Mutter.	Die oscillirende Schieberwelle versetzt mittelst eines (in Form einer Kuppelung ausgeführten) Schaltwerkes eine Schraubenmutter in absetzende Drehung, deren Vollschraube am Gestell festsitzt.
Azolino dell' Aqua. (1873.)	Hahnsteuerung, von der Kolbenstange aus durch Zapfen und Curvenschlitz bewegt.	Die Bohrstange, auf ihrer ganzen Länge mit Schraubengewinde versehen und in den Kolben eingeschraubt, empfängt absetzende Drehung mittelst eines	Derselbe Mechanismus, welcher zum Setzen des Bohrers dient, bewirkt auch die automatische Zuschiebung, welche daher dem Betrage des Setzens proportional ist.

Name des Erfinders und Jahrzahl der ersten Verwendung.	Umsteuerung des Kolbens.	Umsetzung des Bohrers.	Zuschiebung der Maschine.
		Schaltwerkes von einem an der Kolbenstange sitzenden, in einen Curvenschlitz gleitenden Zapfen.	
Ferroux. (1873.)	Muschelschieber, von einer besonderen Rotationsmaschine aus bewegt.	Drehung der Kolbenstange von derselben Rotationsmaschine aus, welche den Schieber treibt.	Der Druck der Arbeitsluft wirkt auf einen besonderen mit dem Cylinder verbundenen Kolben und bewirkt die Zuschiebung, sobald eine an der Kolbenstange sitzende Stossknagge eine federnde Sperrung auslöst.
Ingersoll. (1873.)	Stossschieber, durch den Kolben selbst mittelst einer Knagge bewegt.	Steilgängige Schraube, deren Mutter im Kolben, Schaltrad.	Schraubenpaar, Schaltwerk, vom Kolben mittelst Knaggen bewegt.
Braydon, Davidson et Warrington (Power jumper). (1873.)	Muschelschieber, mittelst Hebel von den in zwei Abtheilungen ausgeführten Kolben stossend bewegt (unter Vermeidung von Stopfbüchsen).	Steilgängiges Schraubenpaar, Schaltwerk.	Von Hand; Kurbel, Schraubenräderpaar, Schraubenpaar.
Darlington. (1873.)	Ohne Schieber, das Kolbenspiel veranlasst selbst die Umsteuerung.	Steilgängiges Schraubenpaar mit Schaltwerk.	Von Hand.
Warsop. (1874.)	Kreiscylinderischer Drehschieber, vom Kolben mittelst steilgängigen Schraubenpaares bewegt.	Von Hand, durch Drehung einer Kurbel.	Von Hand, bei seigeren Bohrlöchern durch Wirkung der Schwere.

Eine interessante Zusammenstellung über die mit einer Reihe von Bohrmaschinen in verschiedenen Gesteinen erzielten Leistungen und dabei aufgewendeten Kosten hat Kraft in dem oben citirten Aufsatz über Arbeitseffecte am Gestein geliefert[502a]).

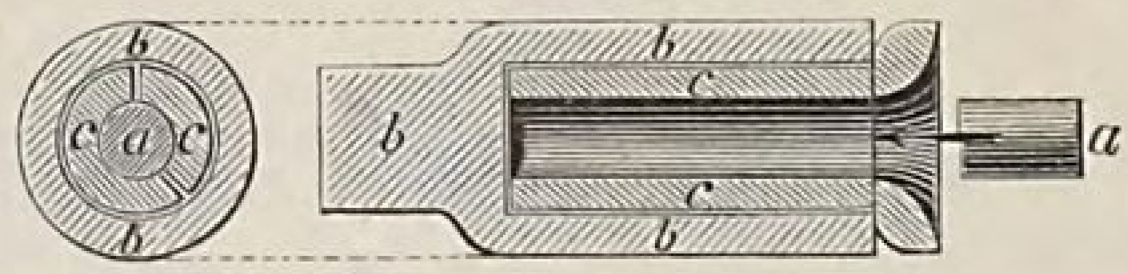
Ueber die verschiedenen Formen des M e i s s e l s[503]) wurde gelegent-

[502a]) v. Hauer berg- u. hüttenm. Jahrbuch. Bd. 29. S. 267.

[503]) André a. a. O. p. 167. — The Mining Journal. London. Vol. 47. p. 1187.

lich bei den einzelnen Maschinen gesprochen. Der gewöhnliche Meisselbohrer, wie er bei der Handarbeit in Benutzung steht, ist wohl überall verlassen; man wendet meistentheils Kreuz- oder Kronenbohrer an, entweder mit rechtwinkeliger oder schiefwinkeliger Kreuzung, die letzteren als X-Bohrer, ferner vielfach Z-Bohrer. Bei den Versuchen auf dem Rammelsberge hat man sechsschneidige Meisselbohrer aus einfach raffinirtem Bohrstahl mit grossem Vortheil angewendet[504]). Wichtig bei dem Meissel ist seine Befestigung in der Kolbenstange, welche wegen ihrer Einfachheit bei der Maschine von Wood sehr empfohlen wird[505]), indem dabei Befestigungskeile und Schrauben gänzlich vermieden sind. Die Kolbenstange endet in einer nach hinten schwach konisch erweiterten Hülse b, Fig. 169, in welche drei keilförmige stählerne, einen Ring bildende Einlagestücke c derart passen, dass sie das cylinderische Ende der Bohrstange a aufnehmen.

Fig. 169.



Dieselbe wird beim ersten Stosse der Maschine von selbst fest und kann nach Vollendung der Arbeit auch leicht wieder beseitigt werden. — Pelzer[506]) hat sich eine Einrichtung patentiren lassen, bei welcher die Bohrstange hohl ist, so dass in dem Kanal derselben dem Bohrloche Wasser zugeführt werden kann, welches hineingespritzt, dasselbe frei von Bohrmehl hält, wodurch der Meissel wirksamer angreift und die Arbeit schneller von Statten geht. Ein wichtiger Punkt ist diese Beseitigung des Bohrmehls, auf welchen nicht überall mit der gebührenden Aufmerksamkeit geachtet wird, worauf das Misslingen mancher Versuche zurückzuführen sein möchte. Auf der Zeche ver. Hamburg in Westfalen[507]) hat man zu diesem Zweck eine Vorrichtung construirt und damit die besten Erfolge erzielt. Die Kolbenstange a (Fig. 170) und die Bohrstange b sind mit einem 5 bis 6 Millimeter weiten Loche der Länge nach durchbohrt; an dem anderen Ende der Kolbenstange ist eine gleichfalls durchbohrte Verlängerung c derselben angebracht. Die letztere wird mittelst einer Stopfbüchse d in eine Büchse e plungerartig eingebracht und entnimmt aus derselben das Spülwasser, welches in diese durch einen Gummischlauch g und einen Regulirhahn f aus einer Wasserleitung mit einem Druck von 1 bis 2 Atmosphären gelangt. Die Büchse e ist mit der Bohrmaschine fest verbunden und nimmt die Stopfbüchse d die ganze drehende und stossende

[504]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26B. S. 367.

[505]) Althans a. a. O. S. 23. — Riedler a. a. O. S. 49.

[506]) Illustrirtes Patentblatt. Berlin. Bd. I. S. 212. — Glückauf. Essen 1878. No. 46. — Dingler polyt. Journal. Bd. 233. S. 450.

[507]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26B. S. 369.

Bewegung des Bohrers auf, ohne dass sich diese der Büchse und dem Gummischlauche mittheilt, so dass letzterer langsam und ruhig mit dem Fortschreiten des Bohrers, beziehungsweise der Bohrmaschine vorrückt. Das Spülwasser tritt aus der Wasserleitung durch den Schlauch g und den Regulirungshahn f in die Büchse e, wird aus letzterer durch die Stopfbüchse d in das durch die Verlängerungsstange c, die Kolbenstange a und den Bohrer b der Länge nach gebohrte Loch geführt und durch das Loch h mit grosser Kraft in das Bohrloch gespritzt, so dass dasselbe stets vom Bohrmehl befreit ist.

Sehr wichtig für den Effect der Bohrarbeit mittelst Maschinen ist die Beschaffenheit des Gestells[508]), damit die Maschine möglichst starr und genau in derselben Lage und Richtung festgehalten wird, in welcher sie anfänglich angesetzt worden ist, da der Bohrer beim geringsten Ausweichen der Maschine eine starke seitliche Reibung erleidet, welche den Arbeitseffect bedeutend vermindert oder sogar das Aufgeben des Bohrlochs veranlassen kann, bevor dasselbe die nöthige Tiefe erreicht hat. Auch beim Einwechseln eines neuen Bohrers kommt es darauf an, dass die Maschine möglichst unverrückt in ihrer früheren axialen Lage erhalten bleibt. Alles dies ist nur mit einem rationellen und soliden Befestigungsgestell zu erreichen. Es wird zwar andererseits behauptet und erscheint im ersten Moment ziemlich einleuchtend, dass es zweckmässig sei, die Bohrmaschine möglichst leicht zu construiren, damit der Arbeiter aus freier Hand damit bohren könne oder wenigstens nur eine einfache leichte Stütze unter der Maschine genüge, um sie beliebig anzusetzen. Die Erfahrung hat aber ge-

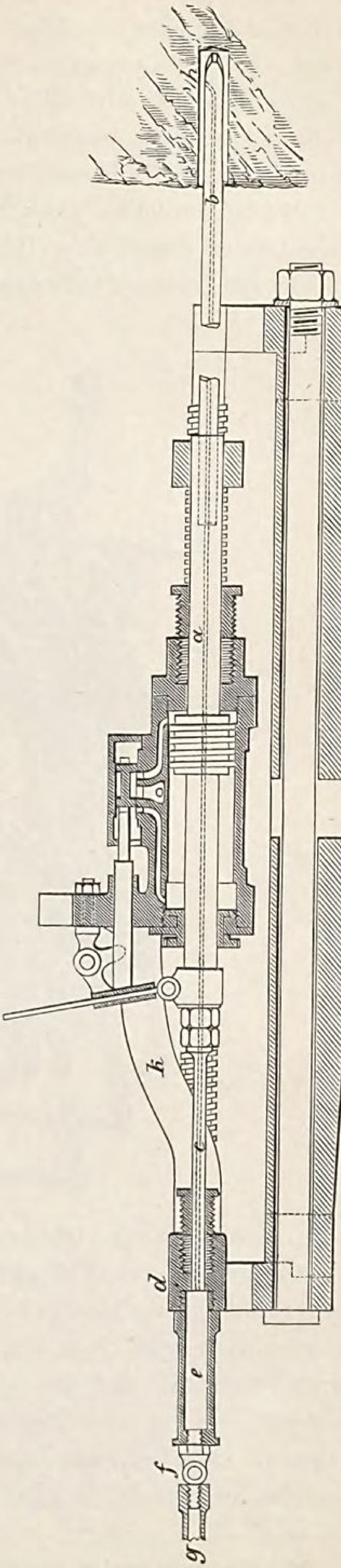
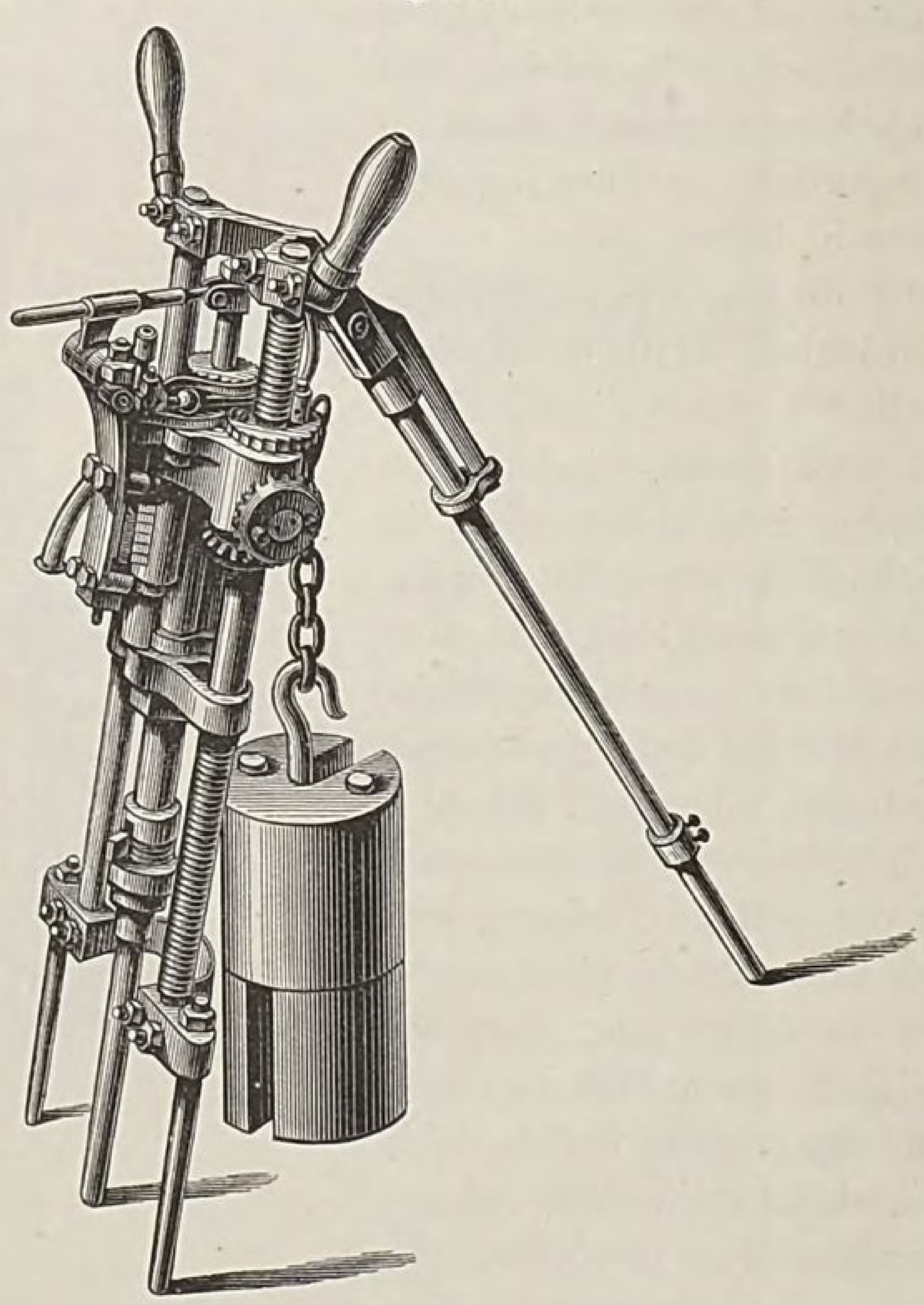


Fig. 170.

[508]) Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. 2 série, t. II. p. 46.

zeigt, dass bei den in solcher Weise benutzten Maschinen von Osterkamp und Sachs die längere Arbeit aus freier Hand viel zu ermüdend und unbequem für den Bergmann ist und deshalb die Maschinen weit hinter ihrer Leistungsfähigkeit zurückbleiben. Deshalb bohrt man grösstentheils mit Zuhilfenahme eines festen Bohrgestells, wobei es allerdings weniger darauf ankommt, ob die Bohrmaschine etwas schwerer oder leichter ist; die schwereren Maschinen haben jedenfalls den Vorzug grösserer Solidität und besseren Widerstandes gegen den Rückstoss. Die Fabrik von Sievers und Comp. zu Kalk bei Deutz (Actiengesellschaft Humboldt) hat sich die Aufgabe ge-

Fig. 171.

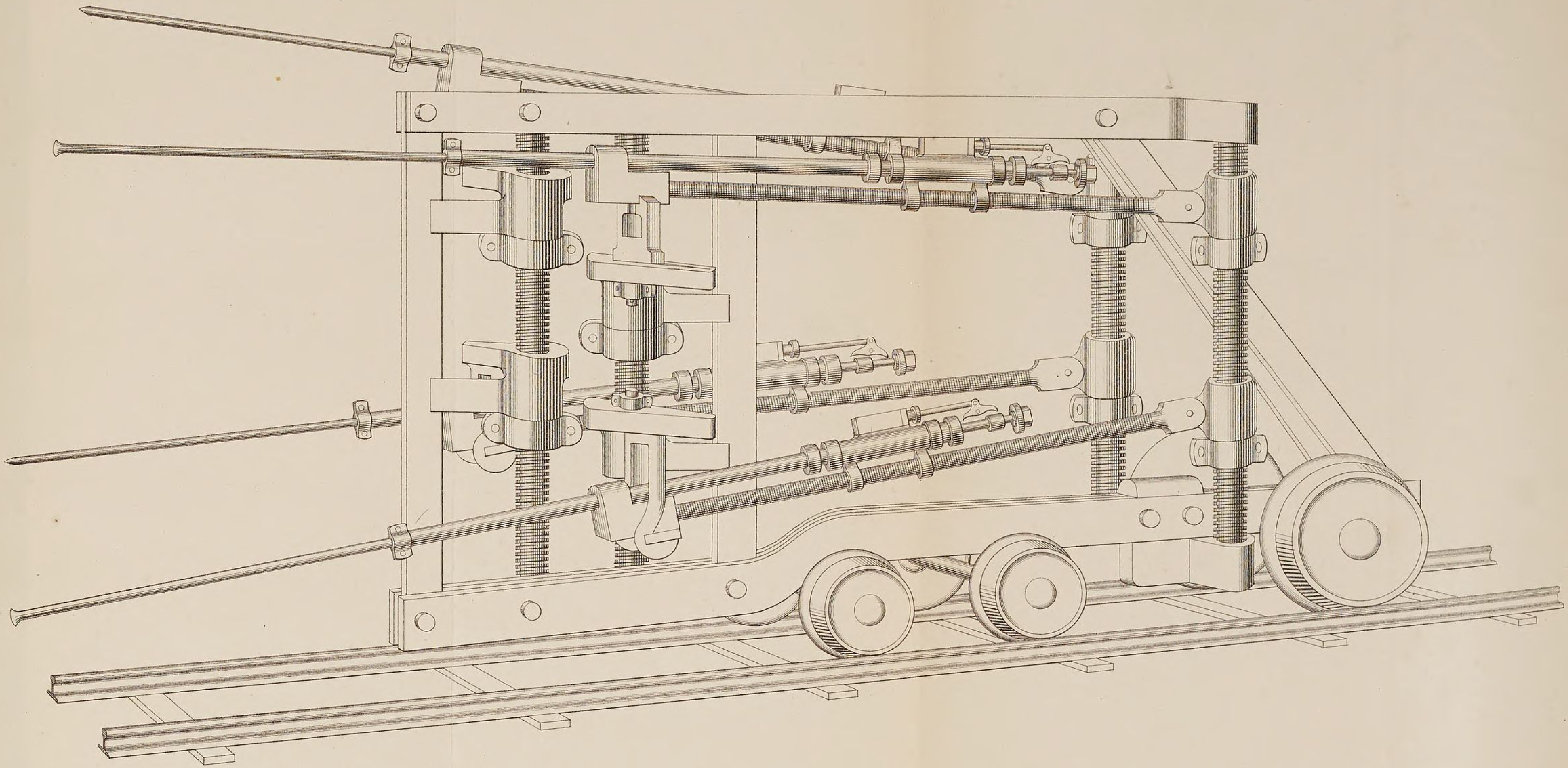


stellt, zweckmässige Getelle für Bohrmaschinen zu construiren und empfiehlt für Bohrarbeiten im Schachte ein einfaches Stativ, Fig. 171, welches durch ein angehängtes Gewicht stabil gemacht ist, für Stolln-, Strecken- und Querschlagsbetrieb das Universal-Bohrgestell[509]), Fig. 172, welches sich durch Stabilität und den geringen Raum, den es einnimmt, ebenso auszeichnet, wie es die Möglichkeit darbietet, die Bohrmaschine leicht und sicher in jede beliebige Lage zu versetzen. Der Arbeiter ist mittelst dieses Gestells im Stande, das Bohrloch selbst an solchen Stellen anzusetzen, wo

[509]) Glaser Annalen für Gewerbe u. Bauwesen. Bd. 8. S. 181.

Zu Seite 377.

Fig. 173.



Geogr. lith. Inst. u. Steindr. v. W. Greve, Kgl. Hoflith. Berlin.

von Hand nur mit grosser Unbequemlichkeit gebohrt werden könnte. Geübte Arbeiter sollen zum Fixiren der Bohrmaschine mittelst dieses Universalgestells durchschnittlich nicht mehr als 5 bis 6 Minuten bedürfen. Dieselbe Fabrik fertigt auch ein sogenanntes Lafettengestell an, erklärt dasselbe aber nicht so stabil, wie das Universalgestell. Die Fabrik von Dinnendahl in Huttrop bei Steele empfiehlt und fertigt ein Wagengestell an nach belgischem Muster, wie es in Fig. 173 dargestellt ist; dasselbe soll sich in Westfalen, auch auf den Steinkohlengruben bei Liebau in Niederschlesien gut bewährt haben, weil auf demselben die Maschinen leicht zu handhaben sein sollen. — Eine wesentliche Verbesserung ist die sog. Bohrspreize,

Fig. 172.

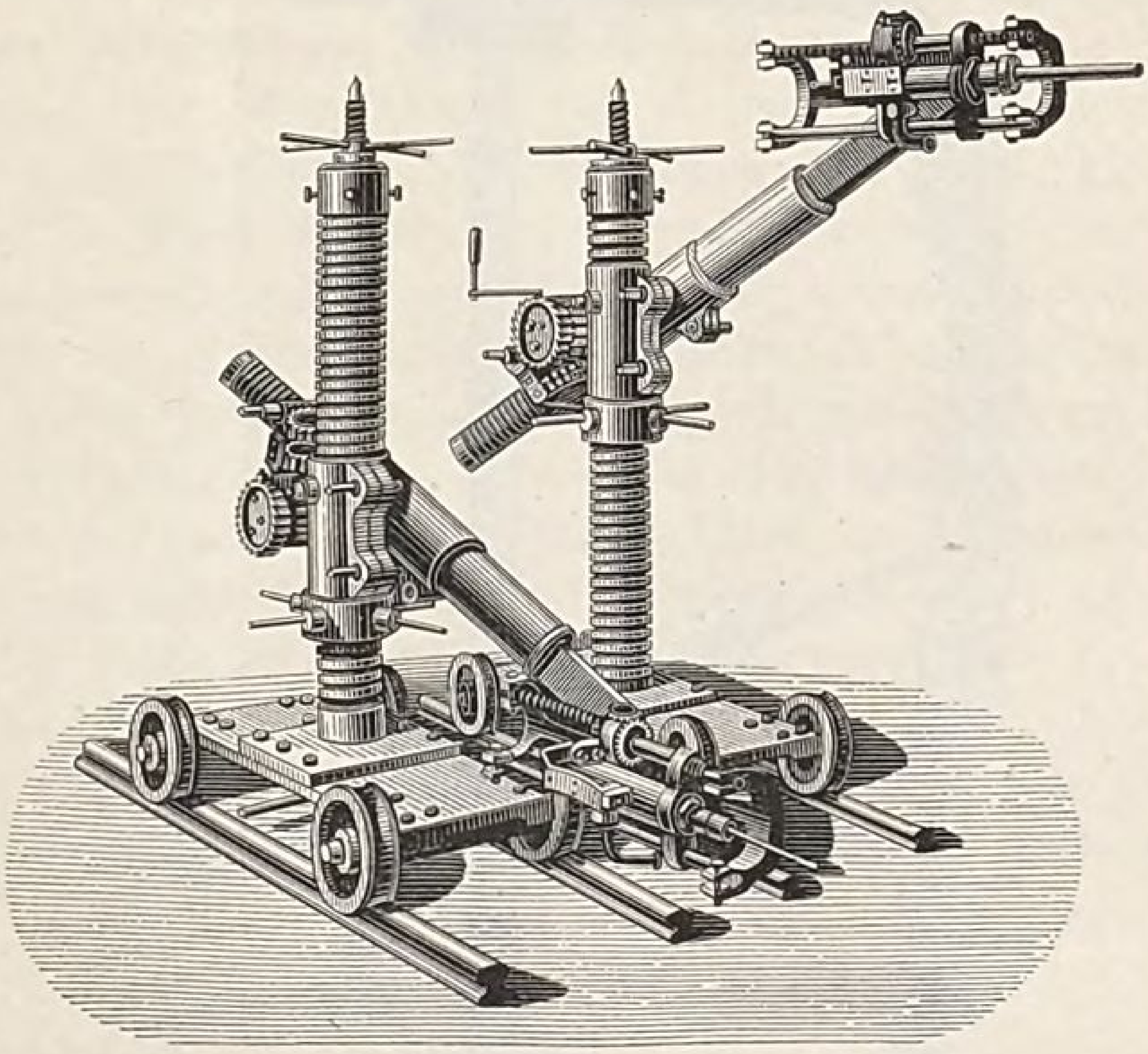


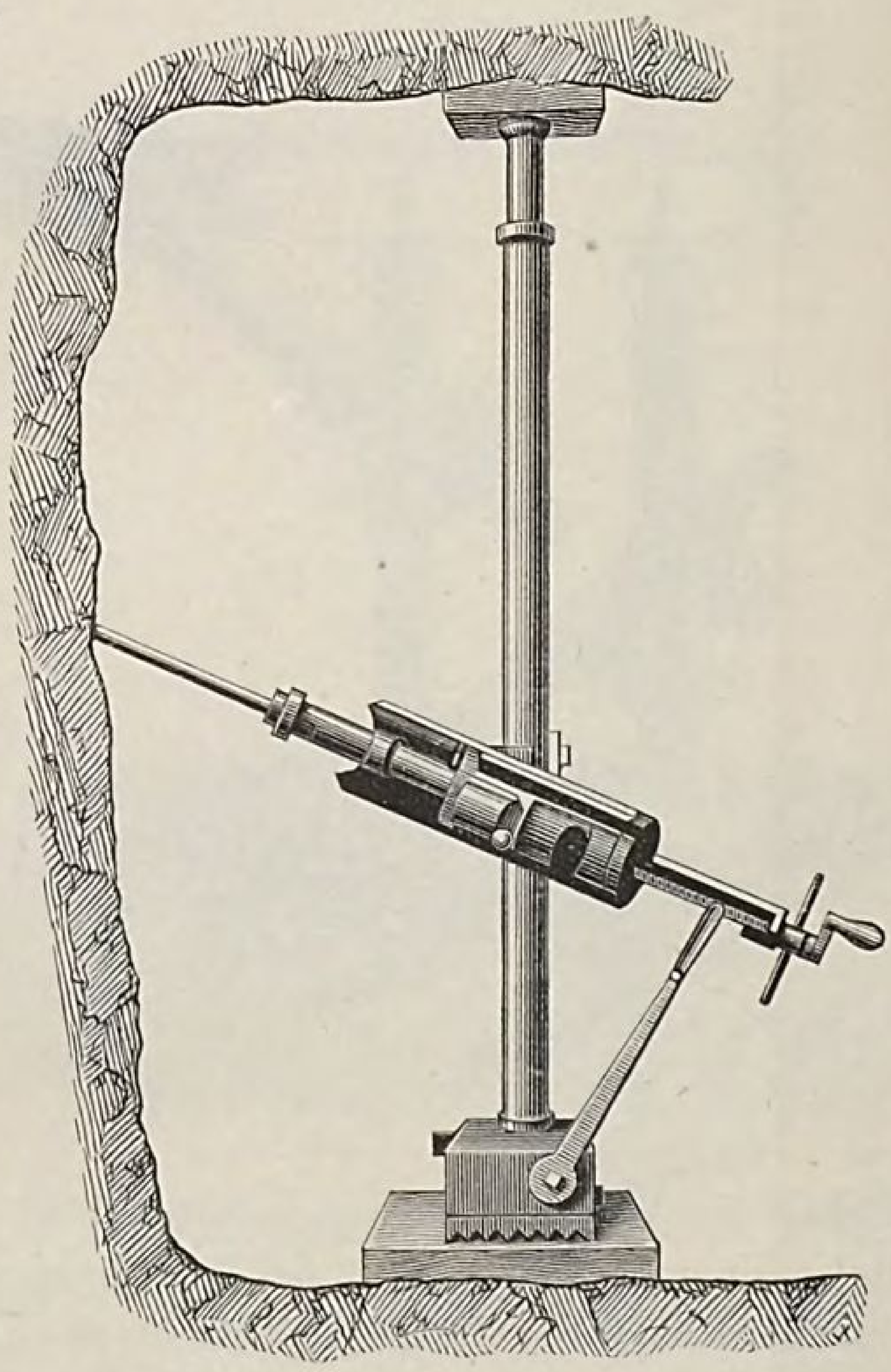
Fig. 174, bei welcher die Verschraubungen beseitigt sind und Befestigung und Lösung mittelst einer kleinen, am Fusse der Säule angebrachten hydraulischen Pumpe bewirkt wird; die Säule besteht aus zwei telescopartig in einander gefügten Röhren, von denen die innere gegen die äussere mittelst Ledermanschette dicht abgelidert ist. Die ganze Spreize einschliesslich der Kluppe zur Aufnahme der Bohrmaschine wiegt 90 kg, sie lässt sich leicht handhaben, in jeder Lage leicht und solide fixiren und beengt den Arbeitsraum möglichst wenig[509a]). Bei einzelnen Maschinen wurden die für sie speciell construirten Gestelle bereits erwähnt, so das Gestell von Doering (S. 347), von Pelzer (S. 348), von Freudenberg (S. 356), von Steinfurth (S. 356), von Cranston (S. 357).

Eine besondere Aufmerksamkeit ist auf die Apparate zu legen, welche

509a) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 28B. S. 240.

bestimmt sind, die comprimirte Luft für die Bohrmaschinen zu liefern[510]). Vielfach haben die Erfinder von Bohrmaschinen auch Luftcompressionsmaschinen angegeben und dieselben als integrirenden Theil ihrer Erfindung angesehen, so z. B. auch Dubois & François in Belgien[511]), Cranston[512]) u. a. m. Auf die Construction dieser verschiedenen Systeme hier speciell einzugehen, dürfte nicht am Platze sein, da dieser Gegenstand in die Bergmaschinenlehre gehört. Erwähnt sei, dass vielfach, namentlich auf preussischen Bergwerken, die Luftcompressionsmaschine der Maschinenfabrik Humboldt zu Kalk bei Deutz in Anwendung steht, ebenso die der märki-

Fig. 174.



schen Maschinenbauanstalt zu Wetter a. d. Ruhr[513]). Ein wichtiger Unterschied wird gemacht, ob die Abkühlung der heissen comprimirten Luft im Innern der Maschine (nasse) oder durch äussere Vorrichtung (trockene) erfolgt; die letztere Construction wird von der Maschinenbauanstalt von

[510]) André a. a. O. p. 169. — Riedler a. a. O. S. 117, auch in österr. Zeitschr. für B.- u. H.-Wesen. Wien 1877. S. 486.

[511]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1876. S. 303.

[512]) The Mining Journal. London. Vol. 48. p. 300.

[513]) Glückauf. Essen 1878. No. 28. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1881. S. 64.

Menck und Hambrock zu Ottensen bei Altona gebaut und sehr empfohlen, weil sie in der Herstellung und Unterhaltung billiger sei, was von anderen bestritten wird[514]). Als Luftcompressionsmaschine mit innerer Wasserkühlung ist der sog. Schnellcompressor von Dinnendahl hervorzuheben, welcher besonders beim Betriebe der Meyer'schen Bohrmaschine Verwendung findet; derselbe hat einen sehr schnellen Gang und kann deshalb sehr compendiös und daher um so billiger hergestellt werden und erfordert, weil er nur in beschränktem Masse gehende Theile besitzt, nur wenig Reparaturen. Es darf hier noch auf die technischen und theoretischen Erörterungen in den unten angegebenen Quellen hingewiesen werden[514a]).

Eine regelmässig durchgeführte Anwendung des Maschinenbohrens, namentlich mit stossenden Apparaten, hat bisher fast nur bei grossen Tunnelbauten stattgefunden, so namentlich in Amerika, dann beim Mont-Cenis-Tunnel, beim St. Gotthard-Tunnel, von welcher letzteren Arbeit Colladon u. a. m. ausführliche Beschreibungen aller einschlägigen Verhältnisse geben[515]). Beim Bergbau sind es sowohl beim Streckenbetrieb, wie beim Schachtabteufen meist nur grössere oder kleinere Versuche gewesen, welche selten zu einem regelmässigen Gebrauch der stossenden Bohrmaschinen geführt haben. Grössere derartige Versuche sind auf dem Jakobschachte bei Polnisch-Ostrau, so wie auf dem Rammelsberge bei Goslar angestellt worden und haben an beiden Orten zu befriedigenden Ergebnissen und zum regelmässigen Betriebsgebrauch geführt[516]). Auch auf den Gruben bei Ramsbeck ist das Maschinenbohren regelmässig in den Betrieb eingeführt und zwar mittelst der Maschine von Schram; man hat gegen Handbohrarbeit nicht nur an Zeit, sondern auch an Kosten der Vorrichtung, namentlich in dem dort zu bearbeitenden harten Grauwacken-Gestein Ersparungen erreicht[516a]).

[514]) Glückauf 1877. No. 77. 84. 87.

[514a]) Pernolet: l'air comprimé et ses applications. Paris 1876. — Dingler polyt. Journal. Bd. 224. S. 233. 353.

[515]) Colladon: Die maschinellen Arbeiten zur Durchbohrung des Gotthardtunnels. — Colladon in berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1877. S. 73ff. — Dolezalek: Bemerkungen über Bohrmaschinenarbeit im Gotthard-Tunnel. — Mittheilungen aus der Literatur des Eisenbahnwesens 1878. S. 46.

[516]) Berg- u. hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer. 1876. S. 265. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26B. S. 367; Bd. 28B. S. 240; Bd. 30B. S. 231.

[516a]) Haber in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 30B. S. 43. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1882. S. 318. — Revue universelle. 2 série, t. 12. p. 557.

b. Drehendes Bohren.[517])

1. Die von Lisbet[518]) erfundene, zum Abdrehen von kleinen 26 bis 39 Millimeter weiten Bohrlöchern bestimmte Bohrmaschine hat in Frankreich und Belgien eine grosse Verbreitung gefunden. Es ist ein Rahmen von Schmiedeeisen, der oben und unten mit Stahlspitzen versehen ist und durch einfache Einrichtungen mit Schrauben und Bolzen auf etwa 3 Meter ausgezogen werden kann, um ihn gegen Sohle und Firste oder zwischen den Seitenstössen der Strecken fest einzuschrauben, wobei mit grosser Sorgfalt verfahren werden muss, weil die richtige und feste Aufstellung der Maschine zum Erfolge wesentlich beiträgt. Ein in diesem Rahmen verstellbares Lager trägt eine Büchse mit flachem Schraubengewinde, die sich um zwei Zapfen drehen kann; in dieser Büchse liegt eine lange Schraube zum Vor- und Rückwärtsschrauben, welche hohl ist und eine Röhre zur Aufnahme der eigentlichen Bohrstange mit Schneckenbohrer bildet. Wenn dieser Bohrer bis an den Stoss geschraubt und in die Richtung des Bohrlochs gestellt ist, so kann man die innere Bohrstange drehen, ohne dass sie sich vorwärts bewegt, sobald man aber die äussere Stange dreht, so bewegt sich je nach dem Umdrehungswinkel und der Höhe des Schraubenganges der Bohrer vorwärts. Zur Drehung der inneren Bohrstange dient ein Sperrhebel mit Rutschbohreinrichtung, welche zweckmässiger als Kurbelbewegung ist; man kann durch Verschiebung dieses Hebels auch die äussere Schraube fortbewegen, doch hat sich die Praxis dahin ausgebildet, dass immer zwei Arbeiter gemeinschaftlich arbeiten, von denen der eine mit dem Sperrhebel den Bohrer dreht, der andere periodisch die Schraube umsetzt. Beim Bohren in Kohle oder in weichem Gestein kann der Bohrer mit der Schraube gleichmässig fortbewegt werden, so dass man die hohle Schraube gar nicht gebraucht, wodurch der Apparat vereinfacht wird. Der Bohrer selbst besteht aus Gussstahl und hat in der Schneide eine Breite von 25 bis 30 Millimeter; selbst in sehr harten Conglomeraten scheint sich diese Form sehr gut zu bewähren, indem der Bohrer viel weniger ausbricht, als man erwarten sollte, weil kein Stossen und Springen des Gezähes stattfindet, sondern ein gleichmässiges Abschaben des Gesteins. Man hat für jede Maschine Bohrer in verschiedenen Längen zum Auswechseln und Erlängen nothwendig.

Der Erfinder verfertigt die Maschine in vier verschiedenen Grössen, von denen die grösste 120 kg wiegt. Nach den Angaben des Erfinders soll die eigentliche Arbeit um 20 bis 60 pCt. schneller gehen, als beim gewöhnlichen Bohren, ausserdem aber auch eine bedeutende Geldersparniss

[517]) Mayer in Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins für Steiermark und Kärnthen. 1876. S. 204.

[518]) Bluhme: die Handbohrmaschine von Lisbet in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 13B. S. 269. — Soulié et Lacour a. a. O. p. 23.

durch Reduction des Gedinges erzielt werden; dennoch sollen die ersten Versuche, welche mit solchen Maschinen auf den Steinkohlengruben bei Saarbrücken angestellt wurden, nicht günstig ausgefallen sein[519]), während auf den belgischen Gruben die Arbeiter die Stellung solcher Maschinen schon zur Bedingung machen, demnach die mit jeder Neuerung verbundenen Vorurtheile bereits überwunden haben. Ganz zufriedenstellende Resultate hat man auf dem Steinsalzbergwerk bei Erfurt erreicht, nachdem man einige Abänderungen vorgenommen hat, welche von dem Maschinenfabrikanten Hagan ausgeführt wurden[520]). Zunächst verkürzte man den Apparat so weit, dass er noch vor 0,785 Meter hohen Gewinnungsörtern aufgestellt werden konnte, wodurch er leichter und für den Transport bequemer gemacht ist. Die Spitzen, welche zur Feststellung des Apparats in Firste und Sohle angebracht sind, haben sich nicht bewährt, weil die ganze Maschine dadurch das Bestreben erhielt, sich während der Arbeit um ihre Längsachse zu drehen; man hat deshalb statt der oberen Spitze eine zweiarmige Klaue angebracht, wodurch das Drehungsbestreben beseitigt wurde. Bei der früheren Einrichtung hatte ein Arbeiter mittelst der Kurbel den Bohrer zu drehen, ein anderer durch Drehung der hohlen Schraubenspindel den Vorschub des Bohrers zu bewirken; bei Anwendung einer Schraubenspindel mit Windungen von solcher Höhe, dass Bohrer und Schraube gleichzeitig vorwärts bewegt werden können, wurde der zweite Arbeiter entbehrlich. Ausserdem war die Maschine mit einer Differentialschraube und auswechselbarem Vorgelege versehen, welche eine verschiedene Uebersetzung gestatten, um bei verschieden hartem Gestein, welches durch ein und dasselbe Bohrloch durchbohrt werden muss, grösseren oder geringeren Vorschub des Bohrers zu ermöglichen. Diese Einrichtung ist zwar ein grosser Fortschritt, doch verursachten das öftere Auswechseln der Getriebe und die durch diese hervorgerufenen Reibungswiderstände einen grösseren Aufwand an Zeit und Kraft, auch erfordert diese Maschine häufigere Reparaturen, als die einfache von Lisbet[521]). Die anfänglich angewendeten Bohrer hatten in einem pfropfenzieherartig gewundenen Schaft eine nach zwei Seiten zugeschärfte Schneide, so dass beim Drehen im Steinsalz der Bohrer nur schabend wirkt und nicht schnell genug vordringt; man hat an Stelle der Schneide zwei scharfe Spitzen gesetzt, welche im Steinsalz vorbohren und bei jeder Umdrehung eine kleine Kugel ausdrehen, wodurch ein schnelleres Vorrücken bewirkt und der Effect vergrössert wird. Nach diesen Veränderungen bohrt ein Mann mit der Maschine in der Zeit einer halben Stunde (einschl. aller Nebenarbeiten) ein Loch von 1 Meter Tiefe, wozu

[519]) Berggeist 1868. S. 39. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1866. S. 303. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 16B. S. 310.

[520]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1869. S. 306.

[521]) Aigner in berg- u. hüttenm. Jahrb. der österr. Bergakademien. Bd. 21. S. 114.

beim Handbohren zwei Stunden erforderlich sind. Die in Erfurt erlangten günstigen Resultate haben auch zur Einführung der Maschine bei dem Steinsalzbergbau zu Stassfurt und Stetten geführt, wo sie beim regelmässigem Bohren im Steinsalz sich recht gut bewährt haben[522]).

Auch in Wiliczka haben diese Maschinen vortheilhafte Verwendung gefunden[523]). — Auf der Königsgrube, sowie auf anderen Gruben in Oberschlesien hat man gleichfalls Versuche mit der Maschine angestellt, die aber nicht zur regelmässigen Einführung derselben geführt haben, weil bei der Mächtigkeit der Flötze die Auf- und Feststellung der Maschine erschwert ist[524]).

Zu Häring in Tyrol erhielt man günstige Resultate, so lange man in Kohle bohrte, doch scheiterte eine allgemeinere Anwendung an der vielfachen Einlagerung tauber und harter Schichten im Kohlenflötze[525]). — Dagegen ist die Maschine bei dem Steinsalzbergbau im Salzkammergut zur allgemeinen Einführung gelangt[526]); sie war in verschiedenen Formen bei den Gezähstücken des Steinsalzbergbaus im Salzkammergut auf der Ausstellung in Wien vorgeführt[527]). Darunter befand sich die von v. Balzberg construirte selbstregulirende Bohrmaschine[528]), welche die Uebelstände bei wechselnden Gesteinshärten völlig überwinden soll. Diese Construction besteht aus einer hohlen Schraubenspindel C, Fig. 175, mit 527 Millimeter Ganghöhe, welche in der beim Betriebe festen Mutter D spielt und am Ende mit einer Flantsche b versehen ist. Die in der Schraubenspindel C steckende Bohrspindel H ist durch die Kurbel K drehbar. An der Spindel H ist die Scheibe A unveränderlich festgekeilt, die Scheibe B mittelst Keilnut verschiebbar, wodurch es möglich ist, dieselbe mittelst der Druckschraube S gegen die Flantsche b zu drücken, welche letztere wegen des an der Bohrspindel H befindlichen Absatzes a nicht nachgeben kann. Um den Druck zwischen B und b constant zu erhalten, wurde zwischen A und B noch eine Spiralfeder eingelegt. Die Schraube C wird daher von B durch die Reibung ganz oder theilweise mitgenommen und in dieser Weise der Bohrspindel und dem Bohrer nebst der drehenden auch eine fortschreitende, und zwar je nach dem Widerstande im Gestein eine variirende Bewegung ertheilt. Die Mutter D ist zweitheilig und in einen Rahmen eingeschlossen,

[522]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20B. S. 348.

[523]) Oester. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen. Wien 1869. S. 306. — Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 452. — Polyt. Centralblatt. Leipzig 1869. S. 1640.

[524]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20B. S. 348.

[525]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1874. S. 360.

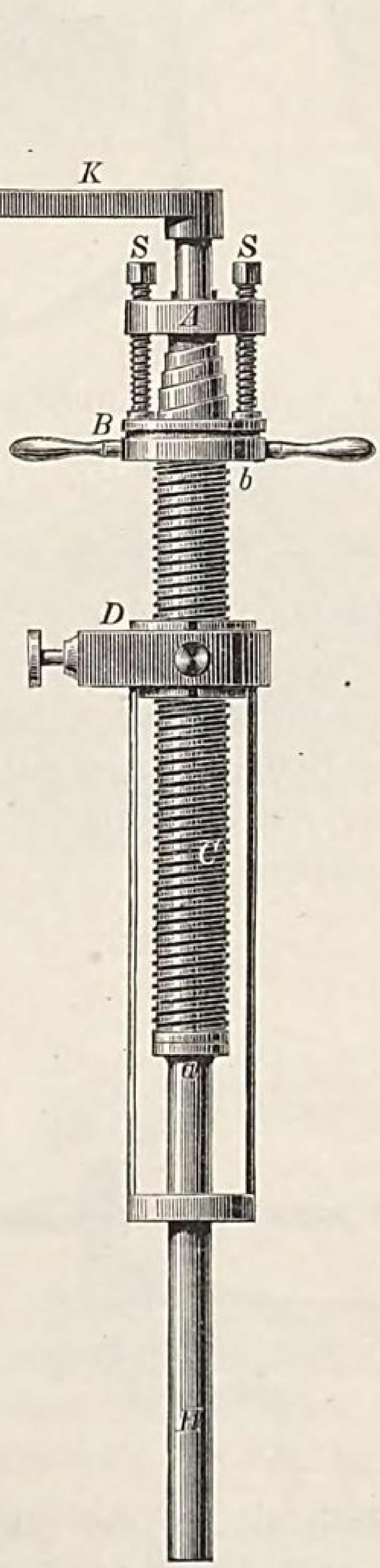
[526]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1872. S. 307.

[527]) Amtlicher Ausstellungsbericht der deutschen Centralcommission. Braunschweig. Bd. 1. S. 37.

[528]) Aigner a. a. O. — Dingler polyt. Journal. Bd. 208. S. 118. — Berg- u. hüttenm. Zeitung. Leipzig 1873. S. 174.

welcher mittelst zweier Zapfen in dem Gestelle der Bohrmaschine eingehängt wird. Die Handgriffe an der Flantsche b dienen zum Zurückdrehen der Schraubenspindel. Die vergleichenden Versuche mit den Maschinen von Lisbet, Hagan und von Balzberg zugleich gegen Handarbeit sind in Bezug auf Zeit und Kostenaufwand sehr zu Gunsten der Construction von v. Balzberg ausgefallen.

Fig. 175.



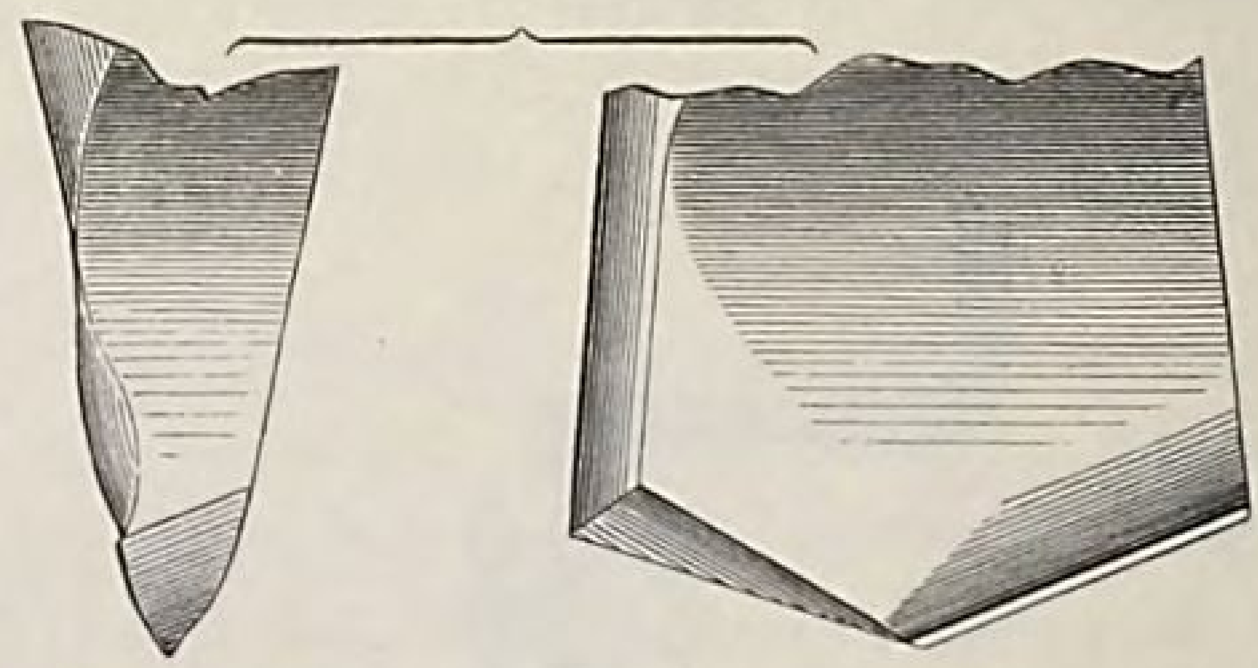
Statt des in Norddeutschland üblichen zweispitzigen Bohrers wurde im Salzkammergut ein Meisselbohrer mit wenig hervorragender Mittelspitze, Fig. 176, zur Anwendung gebracht[529]) und mit demselben (1 Wiener Fuss)

[529]) Aigner in berg- u. hüttenm. Jahrb. der österr. Bergakademien. Bd. 22. S. 139. — Dingler polyt. Journal. Bd. 212. S. 194.

316 Millimeter im Anhydrit in $8^1/_2$ Minuten gebohrt, während man mit dem zweispitzigen Bohrer $33^1/_2$ Minuten gebrauchte; im Steinsalz wurden (13 Wr. Zoll) 342 Millimeter in 2 Minuten abgebohrt.

2. Auf ganz gleichen Grundlagen beruht die Handbohrmaschine von Richards[530]), welche in England patentirt ist. Auch hier ist die Bohr-

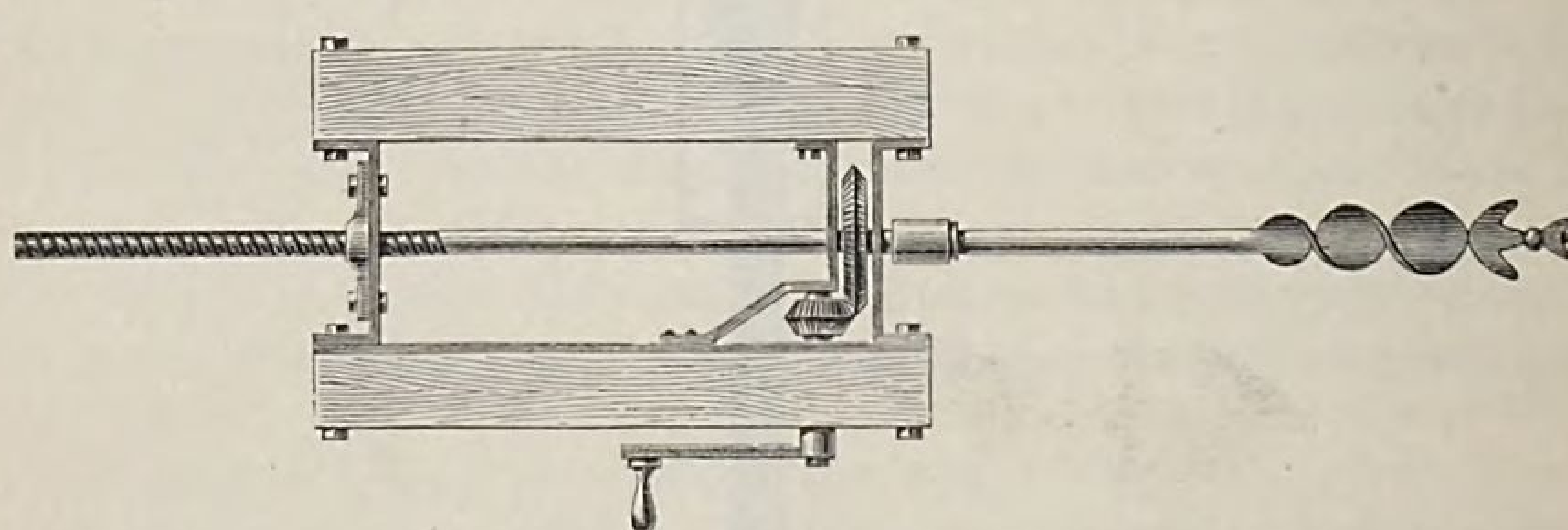
Fig. 176.



stange mit einer Schraube verbunden, welche in einer Röhre sitzt; in der Röhre befindet sich eine Schraubenmutter, durch welche die Schraubenspindel hindurchgeht; an der Röhre sind Handgriffe angebracht, während mit der Bohrstange eine Sperrklinke verbunden ist. Die Wirkung ist hier umgekehrt, wie beim Apparat von Lisbet, denn wenn die Handgriffe an der Röhre umgedreht werden, so dreht sich der Bohrer ohne sich fortzubewegen, wird dagegen die Sperrklinke an der Bohrstange gedreht, so bewegt sich die Spindel der Bohrstange in ihrer Mutter vorwärts.

3. Mit der Maschine von Richards identisch ist die von Abegg[531]) vorgeschlagene Handbohrmaschine.

Fig. 177.

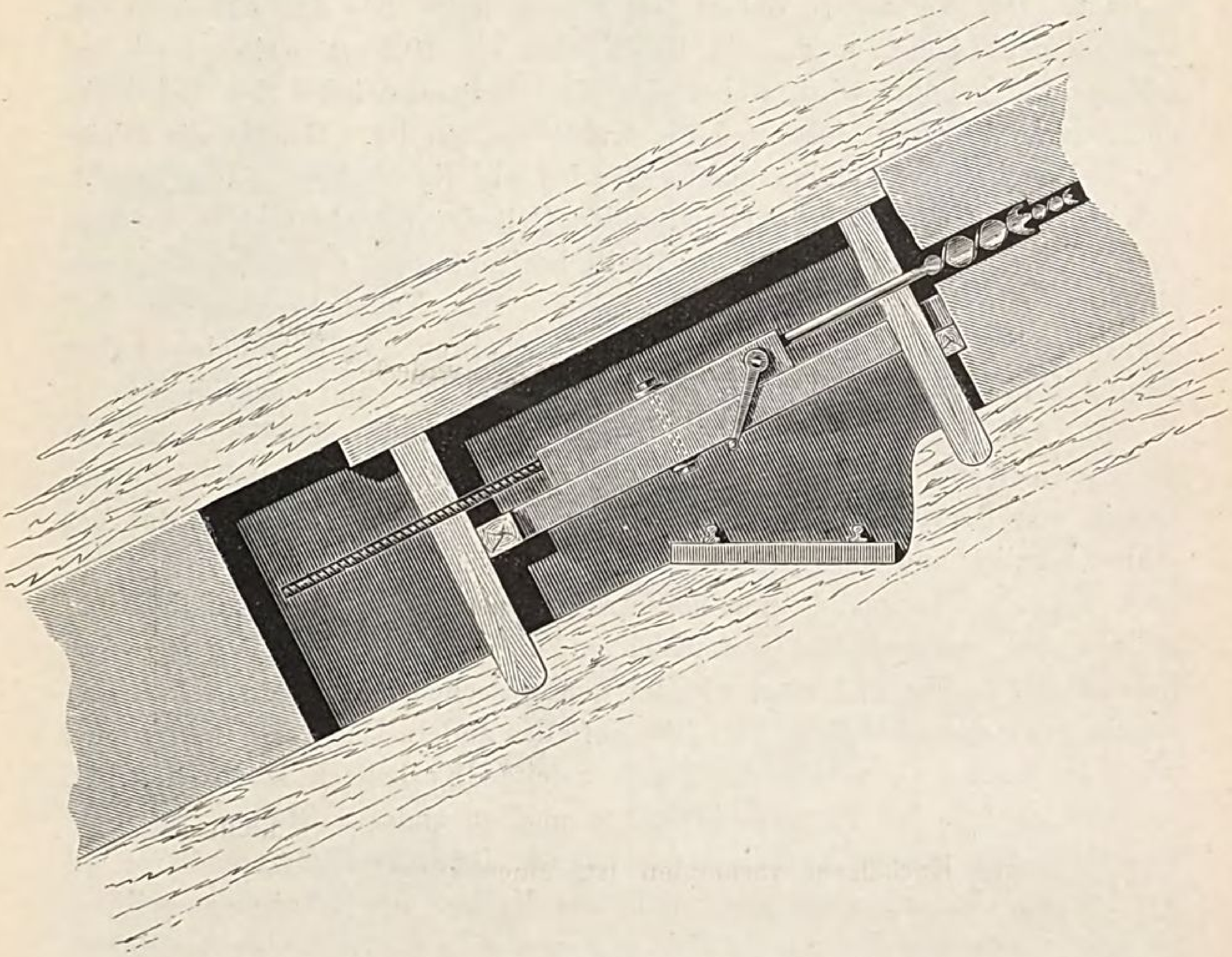


4. Hierher gehört auch die auf der Steinkohlengrube ver. Bonifacius bei Gelsenkirchen zum Vorbohren in den Ueberhauen benutzte Bohrmaschine, welche auch beim Vorbohren zum Lösen alter Baue angewendet werden kann[532]). Dieselbe besteht aus einem aus Flacheisen zusammenge-

[530]) The Mechanics' Magazine. 1867. S. 9.
[531]) Berggeist 1867. S. 87. — Dingler polyt. Journal. Bd. 183. S. 364.
[532]) Zeitschr. f. B.-. H-. u. S.-Wesen. Bd. 23 B. S. 90.

setzten Rahmen, einer Triebstange mit Schraubenmutter und zwei conischen Rädern mit Kurbel und einem Bohrer nebst Verlängerungsstangen, Fig. 177, 178. Der Rahmen ist durch angebrachte Hölzer vor Verbiegungen geschützt. Die beiden oberen Verbindungsstücke des Rahmens dienen gleichzeitig als Lager der Zahnräderachsen und als Führung der Triebstange, während das untere Verbindungsstück die Schraubenmutter für die Triebstange aufnimmt. Die letztere ist oben mit einem Kopf versehen, welcher zur Aufnahme der Bohrstange dient, hat am oberen Ende eine Führungsnute und am unteren

Fig. 178.



Ende ein Gewinde von 5,5 mm Steigung; die zu diesem Gewinde der Triebstange gehörige Schraubenmutter ist am unteren Verbindungsstück mittelst zweier Schrauben befestigt. Von den beiden conischen Zahnrädern ist das kleinere durch eine Achse mit der Kurbel verbunden, das grössere hat die Triebstange zur Achse, ihr Verhältniss ist wie 1 : 2; in dem Achsenloche des grösseren Zahnrades befindet sich ein stählerner Nutkeil, welcher der Triebstange nur eine Vor- und Rückwärtsbewegung gestattet. Der Bohrer ist ein Schlangenbohrer mit getheilter Schneidfläche. Die Maschine wird im Ueberhauen mittelst Klemmschrauben auf zwei parallel neben einander und parallel mit der Bohrlochsrichtung liegende Stege befestigt, welche durch Stempel in der Strecke und vor Ort vor dem Ausweichen gesichert

werden. Bei mittlerer Festigkeit der Kohle kann ein Arbeiter in 5 Minuten ein Loch von 10,5 cm Durchmesser auf die nutzbare Länge des Bohrers und der Triebstange abbohren; soll das Loch tiefer werden, so ist ein zweiter Arbeiter zum Verlängern erforderlich, welcher mit einem Schlüssel die Bohrstange festhält, während der erste Arbeiter bei entgegengesetzter Drehung der Maschine die Triebstange von dem Gewinde der Bohrstange abdreht. Hierauf wird die Mutter der Triebstange gelöst, worauf eine Verlängerungsstange zwischen Trieb- und Bohrstange eingefügt und schliesslich die Schraubenmutter wieder befestigt wird, worauf das Bohren von Neuem beginnt. Das Verlängern dauert fast ebenso lange wie das Abbohren der vorhandenen Länge, so dass in 10 Minuten ein 10,5 cm weites Loch ca. 1 Meter tief gebohrt wird, wobei aber der Steigungswinkel des Bohrlochs nicht unter 30 Grad sinkt und die Kohle trocken ist. Genügt die Weite des Bohrlochs von 10,5 cm nicht, so wird ein Nachbohrer eingeschraubt, welcher aus einem 10 cm weiten hohlen Cylinder besteht und in welchen zwei Meissel von 15,5 und 21 cm Breite horizontal und rechtwinkelig gegen einander mittelst Keile befestigt werden. Das Nachbohren nimmt fast ebenso viel Zeit in Anspruch wie das Vorbohren. In 8 Stunden haben zwei Arbeiter ein 21 cm weites Loch 16 m tief vor- und nachgebohrt.

5. Auf den österreichischen Bergwerken hat die Handbohrmaschine von Staněk und Reska vielfach Eingang gefunden[533]), weil sie unabhängig von der Gesteinshärte wirkt, indem der Vorschub durch die Maschine regulirt und der Arbeiter niemals zu sehr angestrengt wird, dennoch aber die Maximalleistung hervorruft, was mit anderen Handbohrmaschinen bei wechselnden Gesteinshärten nicht immer der Fall ist. Die Bohrspindel A, Fig. 179, nimmt in der quadratischen Hülse B den schraubenförmig gewundenen Bohrer, Fig. 180, auf; das andere Ende der Bohrspindel trägt die Kurbel C, welche mit einem zweiten Kurbelloch D versehen ist, um nöthigenfalls bei Firstenbohrlöchern und an anderen Stellen, wo nicht Raum für den langen Kurbelarm vorhanden ist, einen kürzeren Arm anwenden zu können, wenn man nicht die Kurbel als Bohrratsche wirken, also ein ruckweises Bohren stattfinden lassen will, wodurch aber der Bohrer zu sehr angegriffen wird. In dem Bohrgehäuse E sind die zwei Schneckenräder F, Fig. 181, angebracht, welche die Schraubenmutter in der Lisbet'schen Maschine vertreten. Denkt man sich die Räder fest, so muss die Schraubenspindel bei ihrer Drehung entsprechend den Schraubenwindungen von 1,25 cm Steigung vorrücken, sind die Räder lose d. h. um ihre Zapfen frei beweglich, so wird bei einer Drehung der Spindel eine Zurückdrehung der Schneckenräder ohne Vorrückung der Spindel erfolgen, da sie an ihrem

[533]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1876. S. 163. — Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins für Steiermark u. Kärnthen. Klagenfurt 1876. S. 204. — von Balzberg in berg- u. hüttenm. Jahrbuch der österr.-ungar. Bergakademien. Bd. 24. S. 230.

Fig. 181.

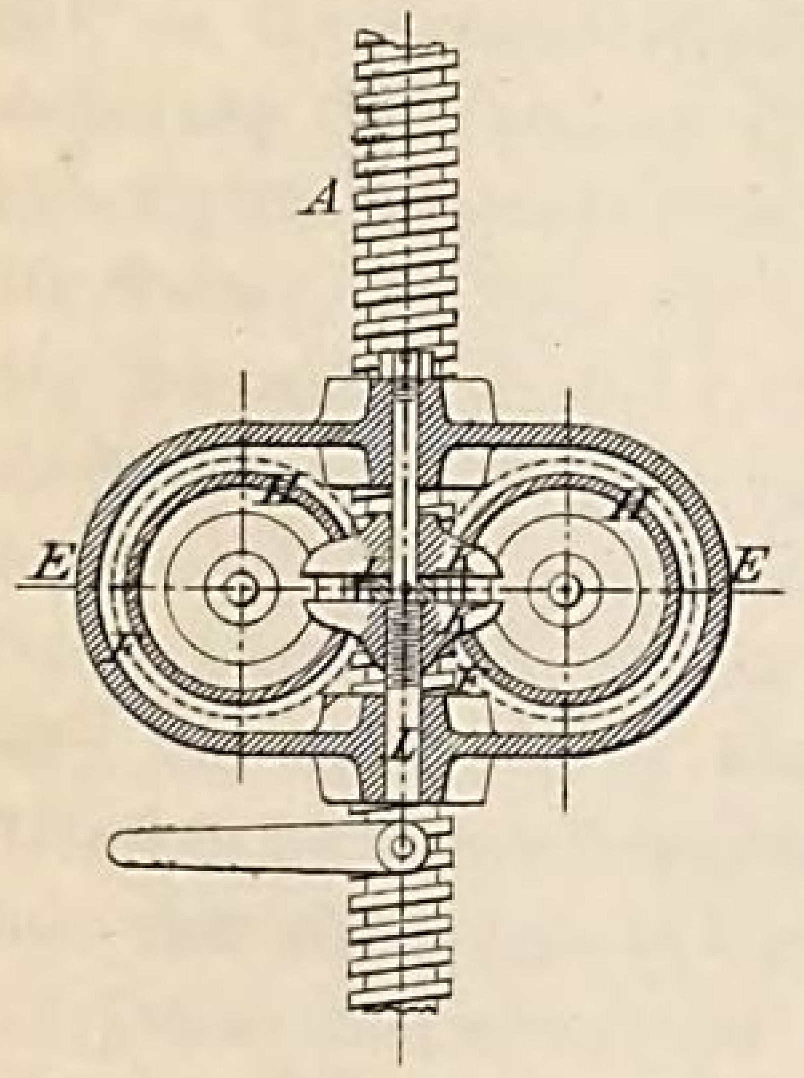
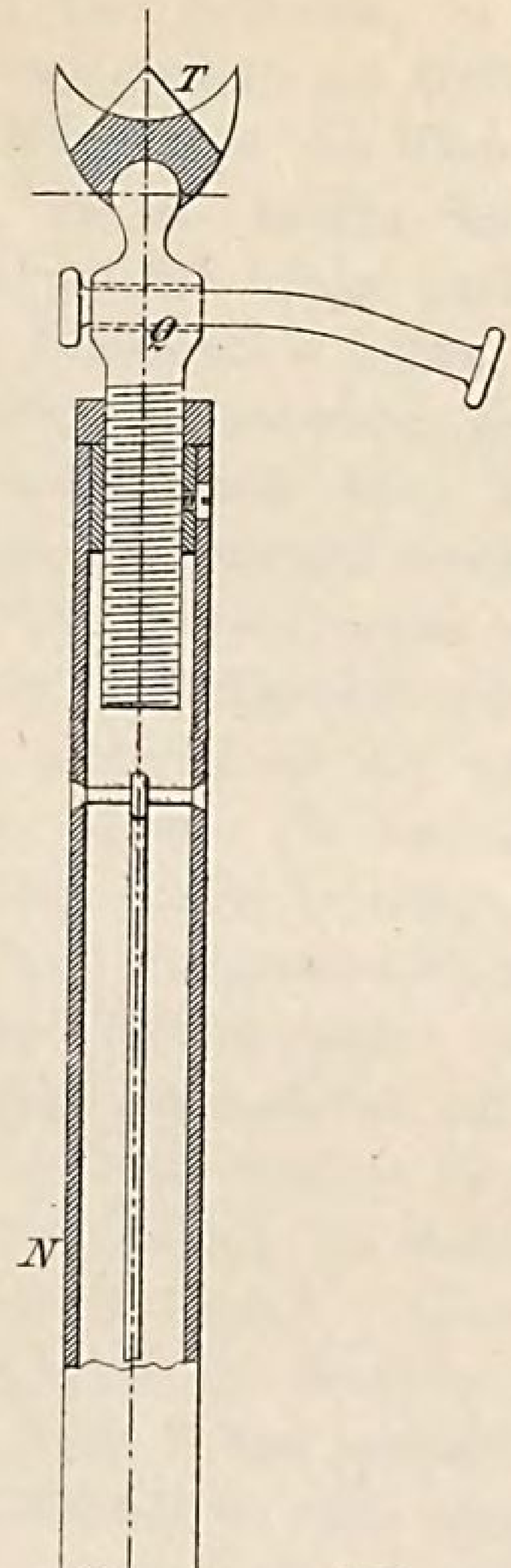
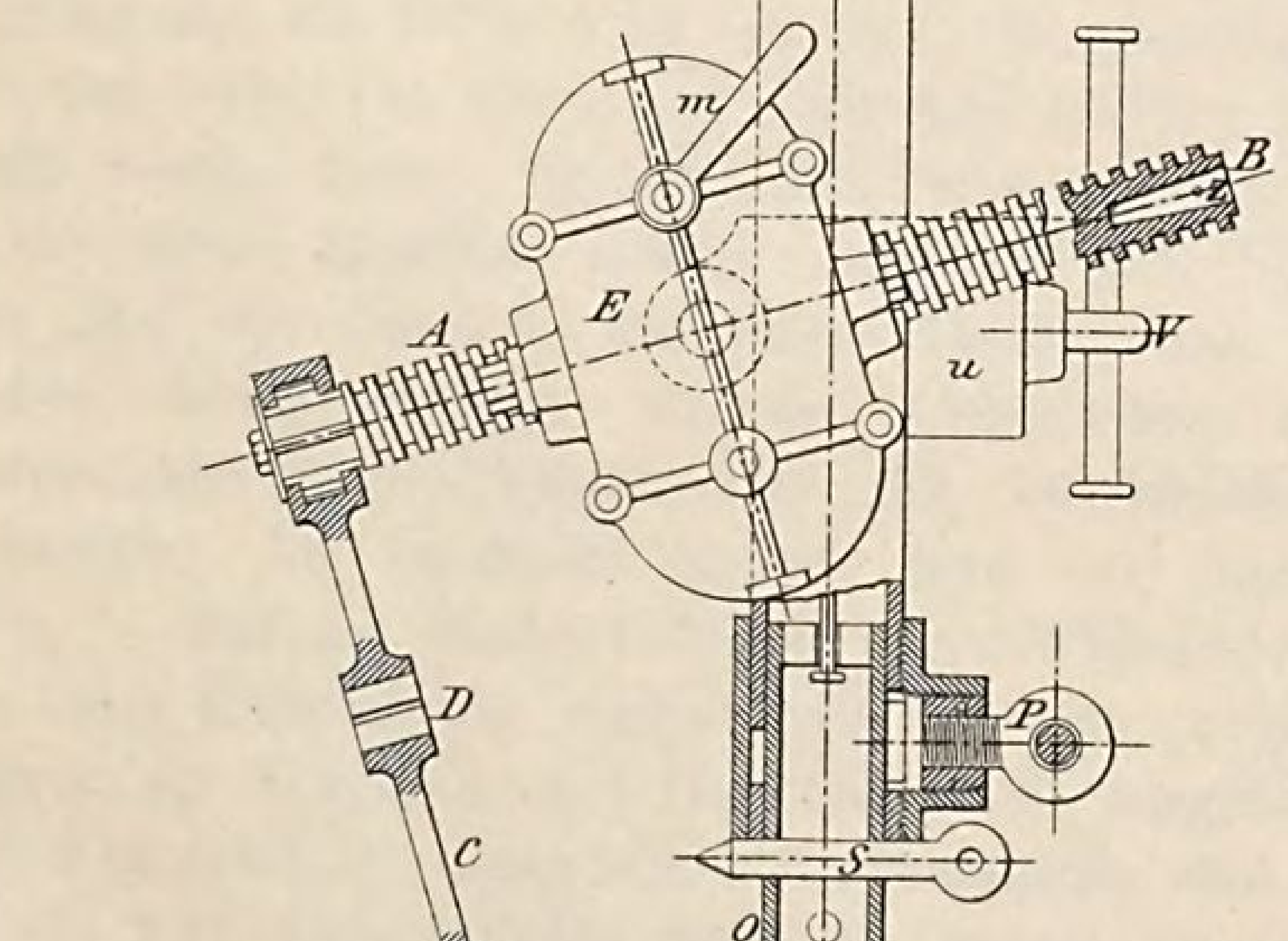




Fig. 180.

Fig. 179.

vorderen Ende im Bohrloche Widerstand findet. Werden aber die Räder in ihrer Beweglichkeit gehemmt, also gebremst, so erfolgt nur ein theilweises Zurückdrehen derselben und deshalb ein theilweises Vorrücken der Bohrspindel, welches in seinem Maass ganz der Härte des vorliegenden Gesteins angepasst werden kann. In die beiden Schneckenräder nämlich passen die Metallconusse H, welche der Länge nach geschlitzt sind und am oberen Ende einen breiteren Einschnitt J haben; werden die Conusse in den Schlitzen mehr oder weniger auseinander getrieben, so legen sie sich an die Schneckenräder an und hemmen deren Bewegung. Diese Erweiterung der Conusse erfolgt durch die beiden Backen K, welche in die Einschnitte eingreifen und die Drehung der Conusse verhindern. Die eine der Backen ist fest, die andere hat Muttergewinde und wird durch Drehung der Schraubenspindel L bewegt, wodurch sie die Schlitze erweitern und die Bremsung der Räder bewirken, so dass die Vorrückung nach der Härte des Gesteins und der Leistungsfähigkeit des Arbeiters regulirt werden kann. Durch Lüftung des Conus d. h. durch Zusammenziehung der beiden Backen wird ein völlig freies Drehen der Schneckenräder gestattet, so dass die Bohrspindel in das Bohrgehäuse leicht eingeschoben und wie eine Zahnstange vor- und rückwärts bewegt werden kann, was vor Beginn der Bohrung und bei jedem Bohrerwechsel zur Richtigstellung des Bohrzeuges zu geschehen hat. — Zu der Maschine gehört ein Gestell, welches gegen Firste und Sohle festgestellt wird und an welchem die Maschine mittelst einer Hülse so befestigt wird, dass sie nach allen Seiten gedreht werden kann. Die Maschine selbst wiegt 14 kg, das Gestell für eine Streckenhöhe von 2,8 m wiegt 22 kg und die Hülse 6 kg, so dass der ganze Apparat leicht transportabel und leicht von einem Ort nach dem anderen gebracht und wieder aufgestellt werden kann. Bei Mährisch-Ostrau wurden überraschende Resultate mit dieser Maschine erlangt, auch auf dem Steinsalzbergwerk zu Wiliczka sind die Versuche mit dieser Maschine sehr günstig ausgefallen und haben deren Vorzüge vor der Lisbet'schen dargethan[534]). Auf niederschlesichen Bergwerken hat sie sich im Schieferthon und in der Kohle bewährt, im Sandstein musste man von ihrer Verwendung abstehen[535]). — Auf der Grube Gerhard Prinz Wilhelm bei Saarbrücken hat man auf dem Heinrichflötz ausgedehnte Versuche angestellt, welche sehr befriedigend im Vergleich zur Handbohrarbeit ausgefallen sind[536]). Das Flötz ist 2 m mächtig. Innerhalb 6 Probemonaten sind ohne Maschine in der Schicht 2,11 Wagen Kohle zu je 10 Centner gewonnen, dabei 2,24 M von den Arbeitern in der Schicht verdient bei einem Durchschnittsgedinge von 1,27 M auf den Wagen und einem Pulververbrauch von 0,235 kg; mit

[534]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1877. S. 257. Jhrg. 1878 S. 140.

[535]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 26 B. S. 366.

[536]) Ebenda. Bd. 27 B. S. 253.

der Maschine sind in der Schicht 3,44 Wagen Kohlen bei einem Hauerverdienst von 3,16 M, einem Durchschnittsgedinge von 1,03 M und einem Pulververbrauch von 0,174 kg gewonnen. Der geringere Pulververbrauch hat darin seinen Grund, dass mit der Maschine weitere Löcher gebohrt werden können, als mit der Hand, dieselben stärker beladen werden und von grösserer Wirkung sind. Da ein 1 m tiefes Bohrloch mit der Maschine in 15 Minuten hergestellt wird, während ein solches Loch mit dem Schlangenbohrer von Hand einen Zeitaufwand von 1 Stunde erfordert, so wird nicht nur durch schnelleres Bohren, sondern auch dadurch an Zeit gespart, dass überhaupt weniger Löcher erforderlich sind. Auch ist hervorzuheben, dass die Arbeiter weniger angegriffen werden. Vorzugsweise günstig arbeitet die Maschine beim Pfeilerrückbau, weniger beim Auffahren schwebender Abbaustrecken; auch auf den anderen Flötzen der Grube befriedigten die Resultate nicht so sehr, theils wegen zu grosser Mächtigkeit der Flötze und dadurch bedingte Schwierigkeiten in der Aufstellung der Maschine, theils wegen geringer Festigkeit der Kohle, welche einen günstigeren Effect des Handbohrens gestattet. Im Gestein bohrte man in 30 Minuten 0,6 m tief, wozu ein Hauer mit der Hand die doppelte Zeit gebraucht, doch fand eine bedeutende Abnutzung der Bohrspitzen statt.

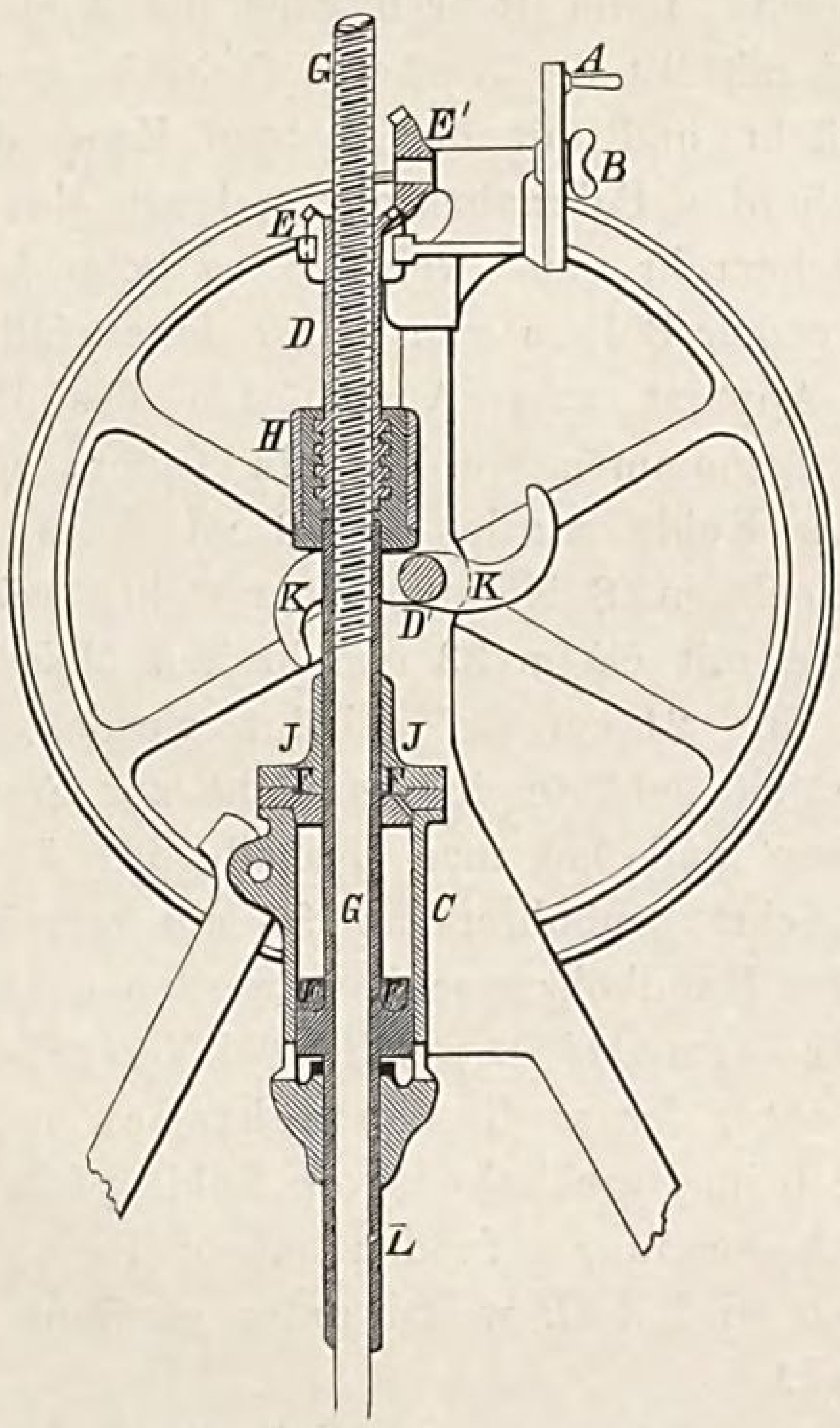
6. Die Handbohrmaschine von Jordan[537]) wird durch die Hand des Arbeiters zwar in Bewegung gesetzt, doch ist die treibende Kraft comprimirte Luft, deren Compression indess im Arbeitscylinder selbst erfolgt.

In dem Cylinder C, Fig. 182, bewegt sich der Kolben L auf und nieder, welche Bewegung ihm von zwei durch beliebige Arbeiter gedrehte Kurbelräder mitgetheilt wird. Die Hebekämme K sind auf der Radwelle aufgekeilt und greifen unter die Hebebüchse H, welche also bei jeder Umdrehung zweimal gehoben und fallen gelassen wird. In diese Büchse sind zwei Hülsen aus Stahl und Bronce eingesetzt, D und D', welche die Bohrstange G umfassen. Diese ist in ihrem unteren Theile sechseckig, so dass sie sich mit der Stahlhülse und dem Kolben zugleich dreht, während in ihrer oberen Hälfte ein langer Schraubengang eingeschnitten ist, der in ein entsprechendes Gewinde der oberen Broncehülse D passt. An dieser befinden sich mehrere Tragringe, welche das Gewicht der Kolbenstange auf den Hebeblock H übertragen, zugleich aber eine Drehung der Hülse in demselben zulassen. Die untere Hülse mit dem Bohrer muss sich zugleich mit dem Hebeblock drehen. Beim Angriff der Hebekämme wird der Block mit dem Bohrer ungefähr 30 Grad gedreht. Damit die Reibung

[537]) Berg- u. hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1878. S. 165. 189. 344. — Glückauf. Essen 1878. No. 96. — Dingler polyt. Journal. Bd. 227. S. 453. — The Mining Journal. London. Vol. 47. p. 1320. 1356. — Annalen für Gewerbe u. Bauwesen. Berlin. Bd. 3. S. 17. 193. — Oesterreichische Zeitschrift f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1878. S. 488. Jhrg. 1880. S. 6. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin. Bd. 23. S. 332. — Der Berggeist. Köln 1878. No. 91. — Bulletin de la société de l'industrie minérale II. série, t. 8. p. 920.

der Tragringe an der Broncehülse D' in dem Hebeblocke H nicht gleichzeitig Drehung bewirkt, ist auf der Hülse ein Kegelzahnrad E aufgetrieben, welches sich mit der Hülse drehen muss, dasselbe greift in ein anderes Zahnrad E', welches auf dem Gestelle der Maschine gelagert ist und auf dessen Achse ein Handrad A und am Ende eine Klemmschraube B aufsitzt; wird letztere fest angezogen, so können die beiden Kegelräder nicht rotiren und wird mithin auch die Hülse D festgehalten, während die Drehung des Bohrers mittelst des Schraubengewindes eine Vorwärtsbewegung derselben bewirkt. Durch Anziehen der Klemmschraube, vollständiges oder

Fig. 182.



theilweises Lösen derselben lässt sich also das Vorrücken des Bohrers reguliren. FF sind die Lederdichtungen am Kolben und am oberen Ende des Cylinders. Die Eintrittsöffnungen der Luft am unteren Cylinderende, so wie die beiden Luftkanäle zum Anpressen der oberen Lederdichtung sind aus der Zeichnung ersichtlich. Die Luft wird in dem Cylinder auf einen Druck von 60 Pfund auf den Quadratzoll comprimirt und expandrt auf ihr vierfaches Volumen, so dass also der Druck beim Niedergange des Kolbens (Hub 4 Zoll) ungefähr 130 bis 140 Pfund beträgt, wodurch der Druck der S-förmigen Schneide des Bohrmeissels auf das Gestein bewirkt wird. — Die Maschine ist bereits vielfach mit verschiedenem Erfolge zur Anwendung gelangt; auf den fiskalischen Eisensteingruben bei

Dillenburg ist sie regelmässig in den Betrieb eingeführt. — Die Maschine wird von der märkischen Maschinenfabrik zu Wetter a. d. Ruhr in verbesserter Construction hergestellt und war in dieser auf der Ausstellung zu Düsseldorf im Jahre 1880 ausgestellt.

7. Von dem Maschinenmeister Loch ist eine sehr einfache Handbohrmaschine angegeben und auf der Königin Louise Grube bei Zabrze zur Benutzung gelangt[538]). Der Apparat besteht aus dem gezahnten, gussstählernen Schraubenrohr, dem Zwischenrohr und einer Kurbel, Fig. 183. Die einzelnen Theile sind durch Gewinde mit einander verbunden und werden je nach Bedürfniss kürzere oder längere Zwischenrohre eingewechselt. Beim Bohren wird der Apparat mit der linken Hand mittelst des Kurbelkopfs leicht gegen den Kohlenstoss gedrückt und mit der rechten Hand die Kurbel gedreht. Durch das Schraubenrohr gelangt das Bohrmehl in das Zwischenrohr, aus welchem es beim horizontalen und ansteigenden Bohren von selbst herausfällt, andrenfalls muss der Apparat zum Ausschütten des Bohrmehls zeitweise herausgenommen werden. In fester, mit Schiefer durchsetzter Kohle wurde ein 78 cm tiefes und 23 mm weites Bohrloch in 8 Minuten hergestellt, während beim Handbohren mit einem 33 mm breiten Meisselbohrer in gleicher Zeit nur 21 cm tief gebohrt wurde. Das 23 mm weite Bohrloch genügte indess nicht zur Aufnahme der Pulverpatrone und hat man deshalb den äusseren Durchmesser des Schraubenbohrers auf 31 mm vergrössert.

Fig. 183.



8. Von anderen Handbohrmaschinen werden genannt der „Villepique Perforator“ von Macdermott[539]), welcher bei Versuchen nur die Hälfte der Häuerleistung erreichte; ferner die von Schrader und Fritz und Munscheid[540]), welche beim Durchbohren von Kohlenpfeilern auf westfälischen Gruben mehrfache Anwendung gefunden haben; die von Faber[541]) u. a. m. — Die von Chubb wird noch weiter unten erwähnt werden, desgleichen die von Jarolimek.

Von Bedeutung werden in neuerer Zeit die drehenden Bohrmaschinen mit gepresstem Wasserstrom, welche in Folgendem behandelt werden.

9. Auf der Ausstellung zu Paris war eine drehende Bohrmaschine mit directer Wasserpressung von de la Roche Tolay[542]) ausgestellt. Der

538) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 27 B. S. 253.

539) The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 10. p. 228. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1871. S. 124. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 25 B. S. 223.

540) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 27 B. S. 255.

541) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1879. S. 8. — Zeitschrift deutscher Ingenieure. Bd. 24. S. 569.

542) Blicke in den bergmännischen Theil der Pariser Industrieausstellung in

eigentliche Bohrapparat besteht in einer äusserlich sechskantigen Röhre von Gussstahl $1^1/_2$ Meter lang und mit einem 16 Millimeter weiten Loche versehen, welche an einem Ende das Bohrgezähe, am andern einen Messingkolben von 110 Millimeter Durchmesser trägt. Die drehend angewandten Bohrer können von sehr verschiedener Gestalt sein, bei der ausgestellten Maschine war es ein Diamantbohrer von Lechot[543]), welcher mittelst Bajonettschloss mit der Bohrstange verbunden wird; es ist ein eisernes Rohr, auf dessen vordere Kanten 8 schwarze Diamanten in der Weise gefasst sind, dass vier 90 Grad von einander abstehende nach Innen und vier ebenso weit von einander und 45 Grad von jenen entfernt nach Aussen und alle acht nach Vorn vortreten, so dass bei Drehung der Röhre ein ringförmiger Raum ausgeschnitten wird, innerhalb dessen die Röhre nach Aussen und Innen Spielraum hat, während im Innern derselben ein cylinderischer Kern stehn bleibt. Die Abnutzung der Diamanten soll sehr gering sein und die daraus erwachsenden Kosten sind unbedeutend, da die nicht mehr brauchbaren Diamanten nach dem Gewicht an Schleifereien verkauft werden. Statt der schwarzen Diamanten werden auch farblose oder mehr oder weniger dunkel gefärbte Saphire angewandt, welche sich auf Ceylon in beträchtlicher Menge finden[544]). Der Druck auf den Kolben wird durch eine Wassersäule oder eine Druckpumpe mit Accumulator und Windkessel erzeugt; derselbe kann von 0 bis 12 Atmosphären variiren, wodurch der Kolben 2248 Pfund Druck erleidet, doch genügt für die festesten Gesteine 1400 Pfund Druck. Das Kraftwasser wird durch ein kleines Kautschukrohr zugeführt, an dessen Ende sich ein Hahn befindet, welcher die Umsteuerung nach Belieben gestattet. Um nach dem Abbohren eines Loches den Röhrenbohrer zurückzuziehen, unterbricht man die Zuführung des Wassers in dem Treibcylinder und lässt denselben sich entleeren. Die Bohrstange bewegt sich im Innern eines Messinggehäuses, welches, auf eine Länge von 1,142 Meter abgedreht, die Bewegung des Treibekolbens auf diese Länge gestattet. Auf diese Weise kann man Bohrlöcher von 0,892 bis 1,000 Meter Tiefe und von 35 bis 60 Millimeter Durchmesser herstellen. Die den Bohrer tragende Röhre läuft durch eine eiserne, zwischen zwei vor dem Gehäuse angebrachten Wulsten bewegliche Tülle, welche mit einem

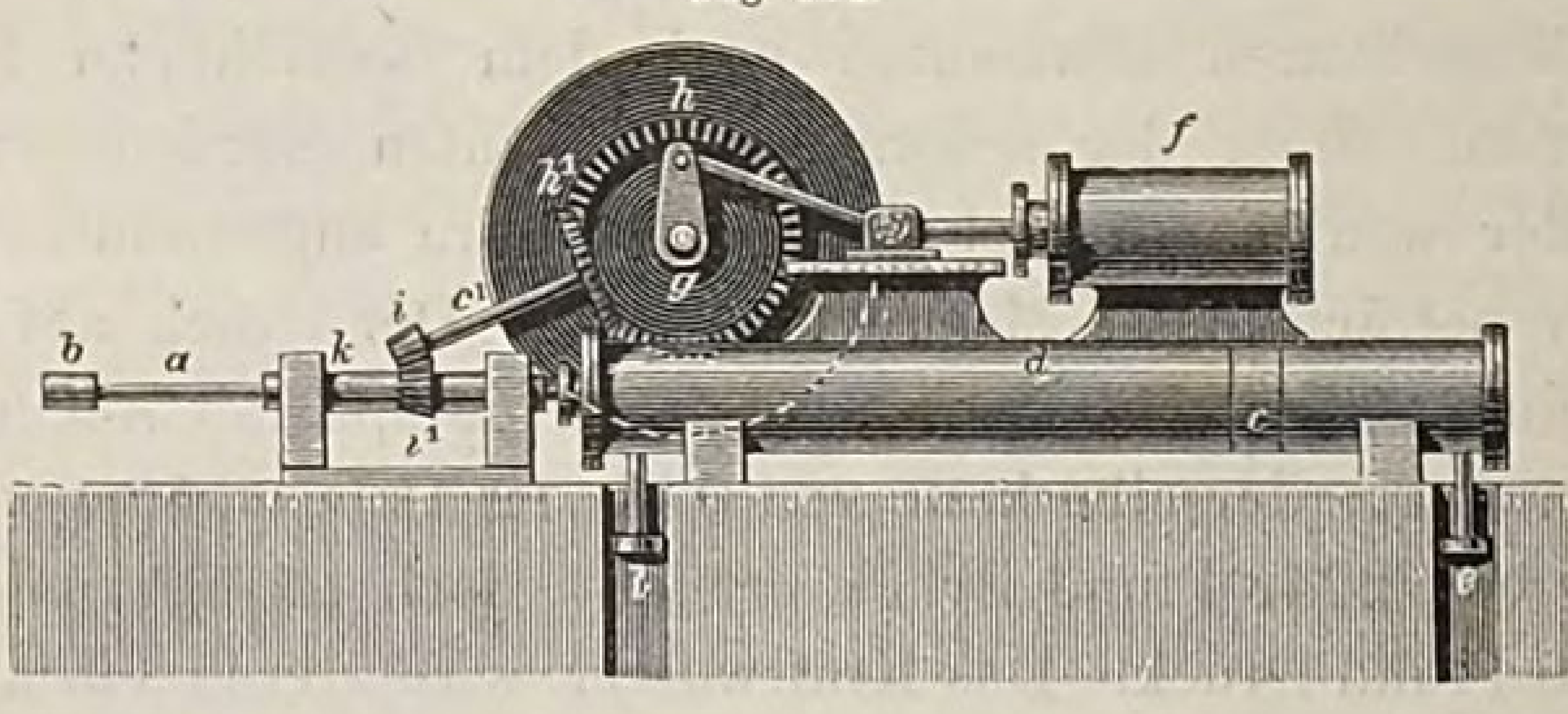
„Glückauf", berg- u. hüttenm. Ztg. Essen 1867. No. 36. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1867. S. 401. 418. — Dingler polyt. Journal. Bd. 201. S. 11. — Berggeist. Köln 1871. S. 189. 418. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingen. Bd. 15. S. 782. — Dr. Zwick: neuere Tunnelbauten. Leipzig 1873. S. 50. 65. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. 2 série, t. I. p. 390. — Soulié et Lacour a. a. O. p. 11.

543) Dingler polyt. Journal. Bd. 173. S. 248; Bd. 210. S. 10. 77. — Berg- u. hüttenm. Ztg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1870. S. 293; 1872 S. 279. — Glückauf. Essen 1871. No. 38; 1872. No. 12. — The Mining Journal. London 1872. p. 59. 75.

544) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1874. S. 111.

kleinen konischen Getriebe versehen ist, dessen Bewegung mittelst eines messigenen auf die Welle der Umtriebsmaschine aufgekeilten Rades von letzterer her erfolgt. Dieselbe besteht aus einem auf dem Gehäuse des Bohrapparats festgeschraubten Messingcylinder, in welchen die Kraftwasser durch ein Knierohr, an welches sich ein Kautschukrohr anschliesst, eintreten. In diesem Cylinder bewegt sich der sog. Regulator, ein genau ausgebohrtes Messingrohr, an seinen beiden Enden mit Schlitzen versehen, welcher seine Hin- und Herbewegungen durch ein mit der Triebwelle aus einem Stück bestehendes Excentrik erhält. Der Regulator wird genau in der Achse der Cylinderbohrung geführt durch 2 Büchsen, welche mit Messingsegmenten ausgefüttert sind, die, durch Stahlfedern zusammengepresst, das Herauslaufen des Wassers um den Regulator verhindern. Im Innern des Regulators bewegt sich der Kolben von 55 Millimeter Durchmesser, mit Lederscheiben versehen, auf deren beiden Seiten das Wasser abwechselnd

Fig. 184.



drückt; der Kolbenhub beträgt 118 Millimeter; eine Bläuelstange wirkt auf die gekröpfte Welle, welche durch das konische Rad die Umdrehung des Bohrers und durch das Excentrik die Umsteuerung bewirkt. Zwei auf den Enden der Welle sitzende Schwungräder regeln die Bewegung. Eine Zeichnung, Fig. 184, verdeutlicht die Construction[545]). Die Bohrstange a trägt den 52 Millimeter langen, 26 bis 33 Millimeter im Durchmesser haltenden Bohrkörper b, welcher mit Diamanten besetzt ist, und ist mit dem Kolben c verbunden, welcher in dem etwa 8 Centimeter weiten Rohre d spielt. In das Rohr tritt bei e Wasser ein, durch dessen Druck der Kolben und durch seine Vermittelung der Bohrer auf das Gestein aufgedrückt wird. Durch eine mit dem Rohr d verbundene Wassersäulenmaschine f wird der Bohrstange a eine rotirende Bewegung mitgetheilt, indem die Bewegung des Treibkolbens durch die Schwungradwelle g mittelst der Winkelräder h h′ und i i′ auf die Hülse k übertragen wird, welche durch einen in einer Nut sich verschiebenden Keil die Bohrspindel mitnimmt. Das Reinigen des Bohrlochs geschieht dadurch, dass durch die der Länge nach durchbohrte Bohrstange a beständig ein Wasserstrahl vor Ort tritt. Das Zurückziehen des Bohrers bewirkt man dadurch, dass man den Eintritt des Wassers bei e absperrt und auf der entgegengesetzten

[545]) Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1868. S. 289.

Seite des Kolbens bei l Wasser zutreten lässt. Der Wagen kann 8 solche Maschinen tragen, welche gleichzeitig arbeiten können. Das Gerüst steht auf 4 Rädern, die auf Schienen laufen; vorn sind 4 starke Schrauben angebracht, deren 2 eine Traverse tragen, welche durch Schraubenmuttern jede für sich gleichmässig gehoben und gesenkt werden können. Jede Traverse trägt einen beweglichen Rahmen, welcher von 0 bis 40 Grad drehbar ist und deren jeder 4 Maschinen aufnehmen kann; dieselben können durch Schraubenklemmen in jeder beliebigen Richtung in der Ebene des Rahmens befestigt werden. Für jede Maschine ist ein Hahn zur Zuführung des Wassers auf einem Arm des Rahmens angebracht; ausserdem ist am Hintertheile des Wagens auf einem Querrohr ein Windkessel vorhanden, um die Stösse der Wassersäule unschädlich zu machen. Der Wagen kann während der Arbeit durch 4 Schrauben festgestellt werden. Für 100 Umdrehungen des Bohrers sind nahe $2\frac{1}{2}$ Kubikfuss Wasser von 8 Atmosphären Druck erforderlich. Die Resultate sollen sehr günstig sein, da ein Ort, welches bei gewöhnlicher Arbeit im Monat 10 Meter vorrückt, auf 40 Meter in derselben Zeit erlängt werden soll und an Kosten bei künstlich erzeugtem Wasserdruck 15, bei natürlichem 40 Procent erspart werden sollen.

10. Die Maschine von Perret[546]), gleicht in jeder Beziehung der vorher beschriebenen.

11. Das Diamantbohrverfahren, wie es oben S. 184 beim Niederbringen von Tiefbohrlöchern geschildert wurde, ist auch für den Tunnel- und Streckenbetrieb unter Anwendung des Systems Beaumont nutzbar gemacht[547]) und hat namenlich auf der Steinkohlenzeche Siebenplaneten in Westfalen zu überraschenden Resultaten geführt, indem innerhalb drei Monaten 156,5 Meter Sandstein und 126,5 Meter Schiefer, beziehungsweise Kohle in einem Querschlage gewonnen wurden, während mittelst der Handarbeit nur 10 Meter im Sandstein und 20 Meter im Schieferthon Querschlagslänge herausgewonnen wurden; die Kosten für den Meter beliefen sich allerdings bei Handarbeit nur auf 65 Mark, dagegen bei Maschinenarbeit auf 260 Mark, welche Mehrkosten durch den Zeitgewinn wesentlich aufgewogen wurden[548]). Die glänzenden Resultate sind vorzugsweise durch die Organisation und Uebung der Arbeiter erzielt worden.

12. Die grösste Aufmerksamkeit erregt in neuester Zeit die hydraulische Drehbohrmaschine von Brandt, welche bei ihrer Anwendung im

[546]) Berg- und hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 122. — Allgem. Bauzeitung von Förster. Wien 1868. S. 49. — Soulié et Lacour a. a. O. p. 13.

[547]) Soulié et Lacour a. a. O. p. 32. 67. — André a. a. O. p. 166. — Riedler a. a. O. S. 94. 108.

[548]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 25. S. 223. — Glückauf. Essen 1876. No. 33. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1876. S. 415. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl und Wimmer. Leipzig 1877. S. 29. —

Sonnsteintunnel am Traunsee überraschende Erfolge gezeigt hat. Zunächst ging Brandt von dem fast allgemein angewendeten Betriebsmittel, der comprimirten Luft, ab, weil der Hauptvortheil derselben, welcher in der Ventilation des Ortes durch die aus der Maschine ausströmende Luft besteht, gerade in dem wichtigsten Moment nach Abthun der Sprengschüsse fortfällt, demnach also eine besondere Ventilationsanlage doch nicht entbehrt werden kann, und weil die Anlage der Luftcompressionmaschine immer eine kostspielige und der Nutzeffect dieser Maschinen in den Arbeitsmaschinen nur ein geringer ist, höchstens den dritten Theil beträgt. Brandt gelangte deshalb zur Anwendung eines hochgespannten Wasserstrahls mit einer Pressung von 50 bis 200 Atmosphären, welche durch eine verhältnissmässig billige und einfache Maschine über Tage erzeugt wird und sehr mässige Dimensionen der Leitung gestattet, dagegen sehr vollständige Dichtung aller Verbindungsstellen erfordert; die Druckverluste in den Leitungen sind sehr gering und in den Arbeitsmaschinen werden die schädlichen Räume vollständig vermieden; eine besondere Ventilationsanlage ist nicht entbehrlich, aber die Wasser können nach dem Abthun der Sprengschüsse vor Ort gespritzt werden und absorbiren die Verbrennungsgase schnell, so dass sehr bald die Arbeit weiter fortgesetzt werden kann. Anfänglich hatte Brandt eine stossende Bohrmaschine unter Anwendung der hydraulischen Transmission construirt, verliess aber dieses Princip und führte nach eingehenden Versuchen in der Maschinenfabrik der Gebrüder Sulzer zu Winterthur die hydraulische Drehbohrmaschine ein. Während bei den stossenden Bohrmaschinen mit schneller alternirender Bewegung der Meisselbohrer aus gehärtetem Stahl unter starkem Druck das Instrument gegen das Gestein geworfen und dessen Festigkeit überwunden wird, so dass es zerdrückt wird und beim Umsetzen des Bohrers derselbe in rascher Folge immer neues Gestein zum Zerdrücken vorfindet, also ein rundes Bohrloch herstellt, während beim rotirenden Diamantbohrer unter rascher Umdrehung und geringem Druck gegen das Gestein dasselbe vermöge der grösseren Härte der Diamanten abgeschabt wird, sodass dieselben nur bei gleichmässig dichtem, homogenem, nicht zu weichem Gebirge mit Vortheil anzuwenden sind, beruht die hydraulische Drehbohrmaschine von Brandt darauf, dass ein rotirender Stahlbohrer in Kronenform oder als Spirale unter hohem hydraulischen Druck gegen das Gestein gepresst wird und bei langsamer Drehung immer neue Gesteinspartikelchen vorfindet, so dass das Arbeitsinstrument gleichzeitig zerdrückend und schabend wirkt. Da dem Stahl eine solche Härte gegeben werden kann, dass er die Festigkeit jeden Gesteins überwindet, so kann diese Maschine in allen Gebirgsarten mit gleichem Vortheil Verwendung finden, wobei man nur immer den hydraulischen Druck und die Schnelligkeit der Umdrehung nach der Festigkeit des Gebirges zu reguliren haben wird. Nach diesen allgemeinen Erörterungen, ist die Construction der Maschine

in Folgendem kurz zu beschreiben[549]). Beim Sonnsteintunnel am Traunsee wurde die Wasserkraft in Ermangelung eines natürlichen Wassergefälles am Mundloch des Stollns durch eine von einer Dampfmaschine betriebene Druckpumpe beschafft; in anderen Fällen wird man natürliches Wassergefälle in Turbinen oder Wassersäulenmaschinen, bei Bergwerken obere Stolln oder auch die Drucksätze, welche die Wasser aus der Tiefe heben, benutzen können, indem man dieselben in oberen Höhen anbohrt und die Wasser in der anzulegenden Druckleitung zur Arbeitsmaschine hinunterfallen lässt. Die Maschine war eine zweicylinderische, direct wirkende mit 2 Druckpumpen, welche die Wasser in einen Accumulator mit 1600 Kilogramm Belastung drückten, wodurch sie eine Pressung von 80 bis 100 Atmosphären erhielten. Gasröhren von 35 Millimeter lichtem Durchmesser führen das gepresste Wasser zur Arbeitsmaschine, welche aus dem Presscylinder, aus zwei Wassersäulenmaschinen und aus dem Bohrer nebst den Verlängerungsstücken besteht. Der Bohrer a Fig. 185, 186, 187, 188, ist ein konischer Kernbohrer aus sehr gutem Gussstahl mit 5 sägeförmigen Zähnen von 8 Centimeter Durchmesser, 7 bis 8 Centimeter Länge und 1 Centimeter Wandstärke; derselbe wird an das schmiedeeiserne Röhrenbohrstück b von 30 Centimeter Länge angeschraubt. Wird das Bohrloch tiefer, als 30 Centimeter, so wird ein neues Bohrstück von gleicher Länge mittelst Bajonnetkuppelung eingeschaltet. c ist der Cylinder, welcher den Druck auf die Bohrstange ausübt; er bewegt sich auf dem feststehenden Kolben d gegen das Gestein, wenn durch das Röhrchen e Druckwasser eintritt; fliesst dagegen bei f das Wasser aus, so wird der Cylinder zurückgedrückt, weil durch das Röhrchen g stets Druckwasser in den Ring h eintreten kann. Der feststehende Kolben d wird auf dem als Bohrgestell dienenden, eine hydraulische Presse bildenden Cylinder i festgeschraubt, welcher dazu dient, den Apparat gegen Firste und Sohle festzustellen. An den beiden Führungslinealen kk, welche in einem den Cylinder c umschliessenden Halslager vereinigt sind, befinden sich 2 rechtwinkelig gekuppelte Hydromotoren ll, welche die Welle m bewegen und durch das Rad n den Cylinder c drehen, wodurch der Bohrer selbst in langsame Rotation versetzt wird. Die Führungslineale kk gestatten die Rück- und Vorwärtsbewegung der Motoren mit dem verschiebbaren Cylinder b und c. Das Druckwasser tritt aus

[549]) Riedler: Brandt's hydraulische Gesteinbohrmaschine. Wien 1877. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1877. S. 426. 514 ff. 555. — Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins für Steiermark u. Kärnthen. Klagenfurt 1877. S. 358; Jhrg. 1879. S. 118; 1880. S. 177. 423. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1878. S. 45; Jhrg. 1879. S. 214. — Dingler polyt. Journal. Bd. 225. S. 608; Bd. 227. S. 56. — Der Berggeist. Köln 1877. S. 345. — Glückauf. Essen 1877. No. 80. — The Mining Journal. London. Vol. 47. p. 788; Vol. 48. p. 418. — Mittheilungen aus der Tagesliteratur des Eisenbahnwesens. Berlin 1878. S. 48. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. II série, t. 8. p. 915. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 29 B. S. 240.

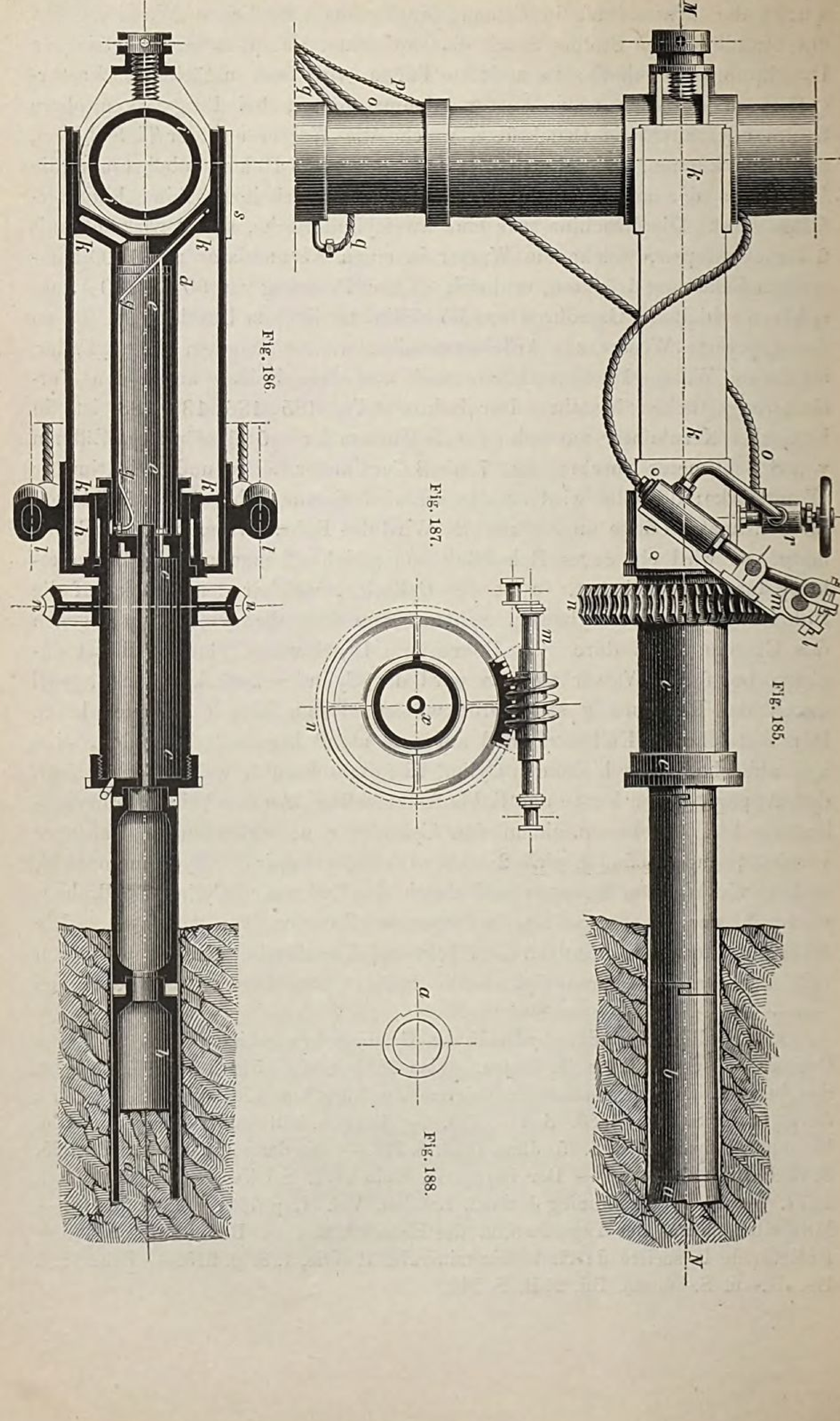


Fig. 185.

Fig. 186.

Fig. 187.

Fig. 188.

den Röhrchen o, p und q zur Maschine. Das grösste o geht durch das Ventil r und führt den 2 Wassersäulenmaschinen ll Druckwasser zu, das Röhrchen p, welches bei s in den fixen Kolben eintritt, theilt sich dort in die Stränge eg und leitet das Wasser, welches zum Vor- und Rückwärtsbewegen des Cylinders c nöthig ist; das Röhrchen q leitet das Wasser zu der als Bohrgestell dienenden hydraulischen Presse i. Das gebrauchte Wasser, welches noch immer 20 Atmosphären Druck hat, geht durch d und x zu der Bohrkrone, um das Bohrmehl daselbst auszuwaschen. Die ganze Maschine war am Sonnsteintunnel auf 150 Atmosphärendruck und 10 Umdrehungen in der Minute eingerichtet. Im Maximum wurden bei 5 Quadratmeter Ortsfläche im quarzfreien, dolomitischen Dachsteinkalke 3,3 Meter Tunnellänge in 24 Stunden aufgefahren, der Durchschnitt betrug 2,2 Meter, dabei erhielten die Löcher eine Länge von 1,3 Meter und einen Durchmesser von 8 Centimeter. Früher hatte man viele Zähne an der Krone des Bohrers, welche aber leicht abbrachen, worauf man feststellte, dass mit 5 Zähnen die besten Resultate erzielt werden. Die Maschine hat bei ihrer grossen Leistungsfähigkeit und ihrem ruhigen Gange viel weniger Reparaturen nöthig, als Stossbohrmaschinen, und es unterliegt keinem Zweifel, dass überall da, wo die hydraulische Transmission mit hochgepresstem Wasserstrom leicht herzustellen ist, sich diese Maschine auch beim Bergbau einbürgern wird, wie sie beim Tunnelbetrieb nunmehr schon mehrfach zur Anwendung gelangt ist. Auf den Steinkohlengruben im Plauen'schen Grunde wurde im festen Porphyr ein Querschlag mit der Maschine aufgefahren und erzielte man wesentliche Ersparnisse bei der Gesteinsarbeit[550]). Auch auf der Steinkohlenzeche Rheinpreussen bei Ruhrort ist beim Betriebe von Querschlägen in Sandstein und Schieferthon die Maschine mit Vortheil thätig, ebenso auf Shamrock in Westfalen[551]). Beim Auffahren des Ochsenkopftunnels bei Dittersbach auf der Eisenbahnlinie Dittersbach-Glatz hat man sich gleichfalls der Maschine mit sehr befriedigenden Leistungen bedient[552]). Auch auf dem Bleiberge in Kärnthen hat sie Anwendung gefunden[552a]).

13. Dem von Brandt zuerst verfolgten Princip entsprechend, mittelst hydraulischen Druck stossend zu bohren, war in Paris eine Bohrmaschine ausgestellt, welche von Jarolimek beschrieben und namentlich in körnigen, krystallinischen, spröden Gesteinen für anwendbar erklärt wird[553]).

[550]) Foerster in Jahrbuch f. das B.- u. H.-Wesen im Königreich Sachsen. Freiberg 1879. S. 190. — Berg- u. hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1879. S. 149.

[551]) Glückauf. Essen 1879. No. 70; 1883. No. 71. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1879. S. 471. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 28 B. S. 239; Bd. 31 B. S. 187.

[552]) Zeitschr. f. Bauwesen. Berlin 1880. S. 90.

[552a]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1881. S. 388; Jhrg. 1882. S. 39.

[553]) Berg- u. hüttem. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1879. S. 352.

14. Die Actiengesellschaft Humboldt zu Kalk bei Deutz fertigt nach dem Patent Trautz[554]) Gesteinsbohrmaschinen mit rotirendem Bohrer an, welche sowohl mit comprimirter Luft, wie mit hydraulischem Druck betrieben werden können, es genügt ein Druck von $2^1/_2$ bis 3 Atmosphären, um die Maschine in normaler Geschwindigkeit arbeiten zu lassen. Dieselbe eignet sich hauptsächlich für mildere Gesteinsarten, wie Kohle, Steinsalz, Schiefer u. dgl. m. Sie soll sich durch ihre einfache Construction, durch Vermeidung von dem Verschleissen ausgesetzten Theilen, durch ihr geringeres Gewicht und durch ihre leichte Handhabung beim Aufstellen und Richten auszeichnen. Die Maschine besteht im Wesentlichen aus einem schmiedeeisernen Cylindergestell mit 2 oscillirenden Cylindern von 65 mm Durchmesser und 2 Kolben, welche vermittelst einer doppelt gekröpften Welle und zweier Räderübersetzungen sowohl die Drehung, als auch die Vorwärtsbewegung der Bohrspindel bewirken; letztere ist mit einem Kopf zur Aufnahme des spiralförmigen Bohrers versehen. Die Maschine wird an einem leichten Gestell mittelst Hülse und Zapfen befestigt.

15. In neuester Zeit hat Oberbergrath Jarolimek eine Drehbohrmaschine mit Differential-Schraubenvortrieb des Bohrers construirt und zuerst im festen Dolomit zu Raibl in Kärnthen versuchsweise in Anwendung gesetzt[554a]). Dieselbe wirkt keilend auf das Gestein, aber nicht brechend, wie die Brandt'sche Maschine, sondern schneidend, indem die Bohrerzähne stetig und gleichmässig einen Span von vorbestimmter und dem Gestein entsprechend regulirbarer Stärke aus dem Gesteine herausschneiden. Die Maschine besteht aus der hohlen Schraubenspindel a (Fig. 189. 190. 191), welche mit 2 gegenüberstehenden Längsnuten c versehen ist; in diese Nuten greift einerseits der sog. Mitnehmer e auf die Länge von b bis d so ein, dass bei der Drehung desselben die Schraubenspindel a mitrotirt, zugleich aber in der Längsrichtung sich vor- und rückwärts bewegen kann. Um die Rotation der Spindel a zu bewirken, dient ein mit Wasser, Dampf oder comprimirter Luft betriebener, rasch umgehender compendiöser Motor; zu Raibl benutzte man eine Wassersäulenmaschine nach dem Patent Mayer mit 2 Cylindern f und mit entlasteten Steuerungsschiebern, durch welche die Schnecke h in schnelle Rotation (200 bis 415 Umdrehungen in der Minute) versetzt wird. Die Schnecke h greift in das auf dem Mitnehmer e fixirte Wurmrad g ein, wodurch die Drehung der Spindel a mit ca. 6,5 bis 13,5 Umdrehungen in der Minute bewirkt wird. Hinter dem Mitnehmer e ist die Schraubenspindel a in der Schraubenmutter o gelagert, welche beim Betriebe der Maschine jedoch nicht fest steht, sondern durch die Differen-

554) Illustrirtes Patentblatt. Berlin 1878. S. 146.

554a) Jarolimek: Gesteins-Drehbohrmaschine mit Differential-Schraubenvortrieb des Bohrers. Wien 1881; auch in österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1881. S. 183. — Zeitschr f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 29 C. S. 59. — Revue universelle. 2. série, t. 10. p. 60.

Fig. 189.

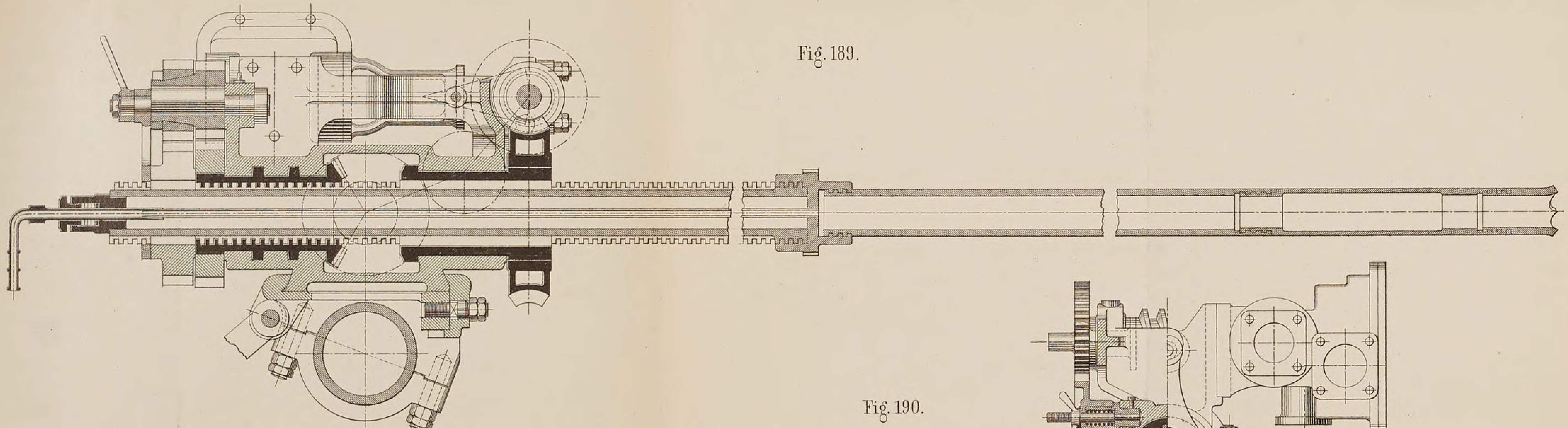


Fig. 190.

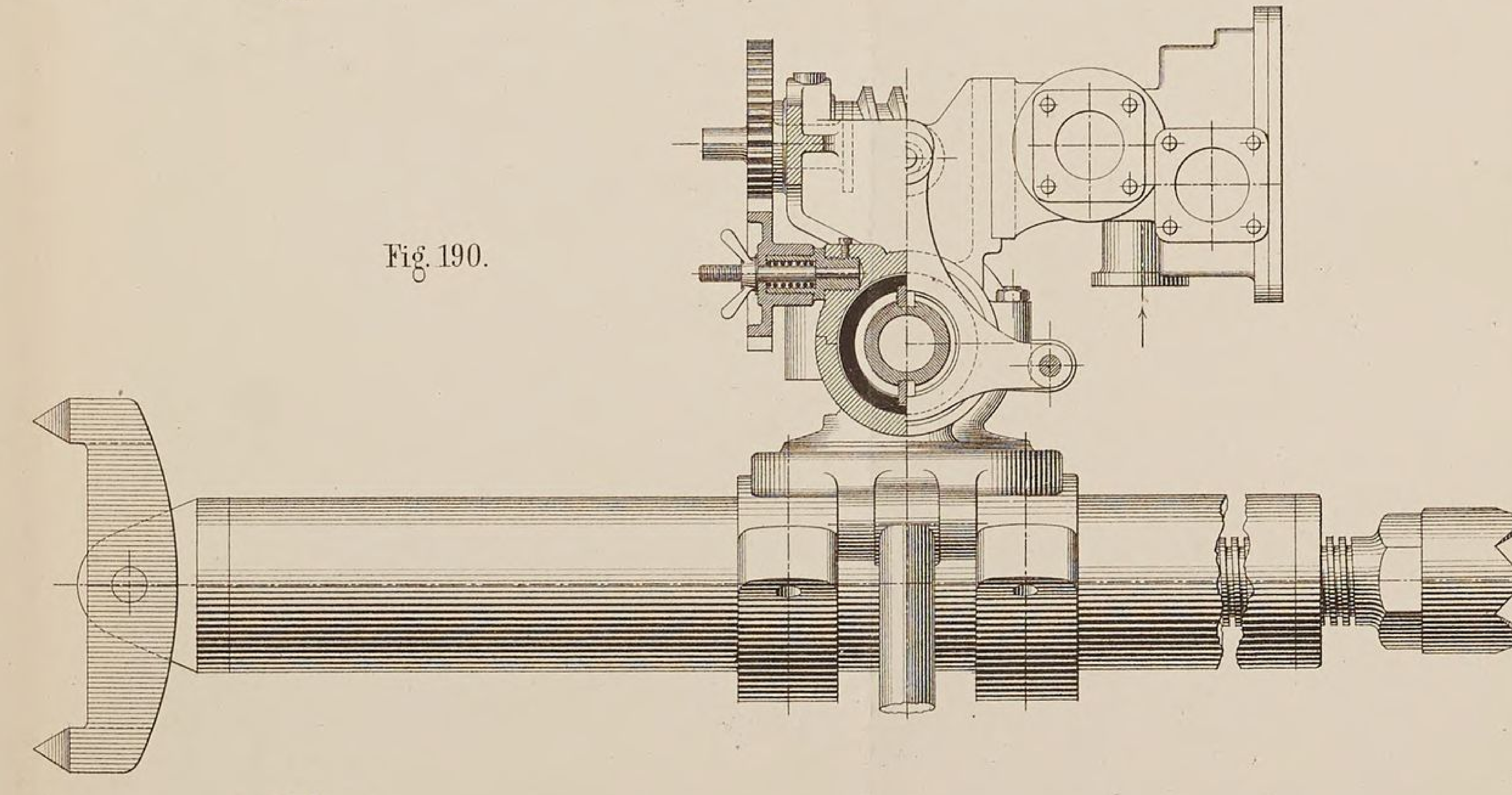
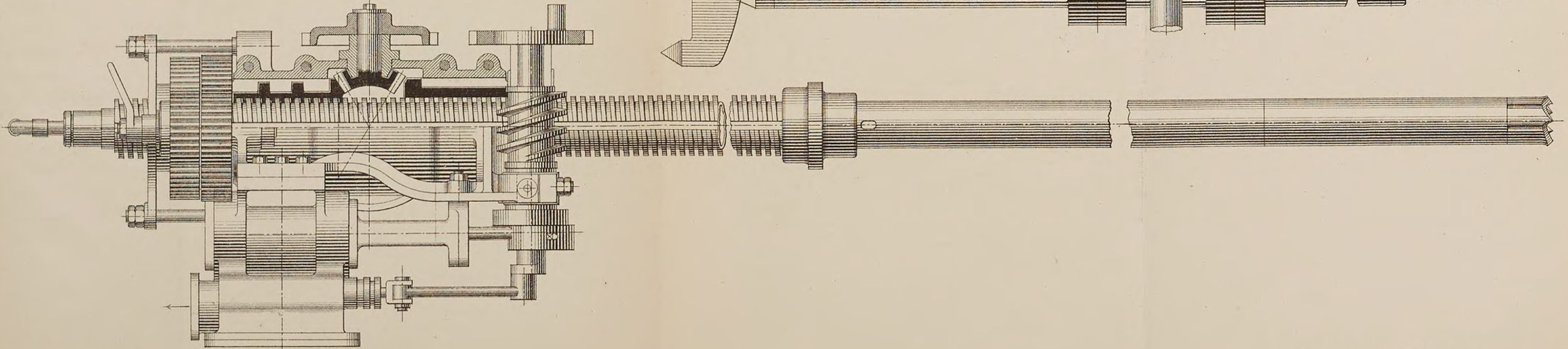


Fig. 191.



Geogr. lith. Inst. u. Steindr. v. W. Greve, Kgl. Hoflith. Berlin.

tial-Getriebe k l und m n beim Vorwärtsgang in demselben Sinne wie die Schraubenspindel a, jedoch mit beliebig geringerer Geschwindigkeit bewegt wird, zu welchem Zwecke das Getriebrad k, ähnlich wie der Mitnehmer e, in die Längsnuten der Schraubenspindel a eingreift, während das Getriebe m mit der Schraubenmutter o fixirt ist. Durch Auswechslung des äusseren Getriebes kl mit einem anderen (vorräthigen) von abweichendem Uebersetzungsverhältniss kann die Umgangsgeschwindigkeit der Schraubenmutter o innerhalb der praktisch nothwendigen Gränzen leicht regulirt und damit auch ein beliebiges Vorrücken der mit der Schraubenspindel a verbundenen Bohrgestänge p und der Bohrkrone q bei jeder Umdrehung erzielt werden. Würde man z. B. der Mutter o und der Spindel a gleiche Umlaufgeschwindigkeit geben, so würde der Bohrer q zwar mitrotiren, aber gar nicht vorwärts gehen, wogegen nach Entfernung der Differential-Getriebe und Fixirung der Schraubenmutter o der Bohrer q bei jeder Umdrehung um die volle Ganghöhe der Schraubenspindel a vorwärts gehen müsste. Abweichende Uebersetzungsverhältnisse der Differential-Getriebe ermöglichen es also, den Vortrieb des Bohrers mit jeder Umdrehung innerhalb des gegebenen Minimums (Null) und des Maximums (Ganghöhe der Schraubenspindel a) je nach der Beschaffenheit des zu bohrenden Gesteins ganz genau zu reguliren, d. h. man kann bei Anwendung sehr starker Schraubenspindeln mit Flachgewinden, wie dieselben das Eindringen in feste Gesteine fordert, dem Bohrer einen beliebig kleinen Vortrieb ertheilen. In der Praxis reicht man in der Regel mit einem Vorrathe von circa drei Differential-Getrieben aus, weil sich das Gestein vor einem bestimmten Betriebsorte selten innerhalb sehr weiter Gränzen ändert, ziemlich bedeutende Abweichungen der Gesteinsfestigkeit aber anstandslos durch den rascheren oder langsameren Umgang der Maschine ausgeglichen werden. Da ferner bei dieser Drehbohrmaschine neben dem Bohrer q und dem Bohrgestänge p nur allein die Schraubenspindel a die Vorwärtsbewegung mitmacht, so können leicht, ohne die Bohrmaschine weiter zu compliciren oder zu schwer zu machen, diese Theile in solcher Länge hergestellt werden, dass auch beim Bohren über einen Meter tiefer Löcher in der Regel kein Gestängewechsel bis zur Fertigstellung des Bohrloches nöthig wird, wodurch wesentlich an Zeit gewonnen wird. Die lange Führung von r bis d, in welcher die Schraubenspindel a liegt, genügt vollkommen, um einen ganz geraden Gang des Bohrgestänges zu bewirken. Das Zurückführen des Bohrers, beziehentlich der Schraubenspindel a, erfolgt durch Ausschaltung (Hebung) der auf einer excentrischen Welle γ sitzenden Getriebe l und n mittelst Drehung des (in den Ruhelagen horizontal liegenden) Hebels s um 180^0 und Einschaltung des beim Vorwärtsgang des Bohrers ausser Eingriff gebrachten Getriebes δ. Wird sodann der Motor im gleichen Sinne wie früher in Gang gesetzt, so wird die Schraubenmutter o vermittelst der an ihrem vorderen Ende (in Form eines Kegelrades) eingeschnittenen Zähne

π und der Getriebe μ, ϱ, δ und σ in zu der Bohrspindel a umgekehrte und zwar, nach Wahl der Getriebedurchmesser, entsprechend rasche Rotation (150 bis 200 Touren in der Minute) versetzt und dadurch ein beschleunigter Rückgang der Schraubenspindel a, somit auch des Bohrers, erzielt. Bei 1,27 cm Schraubenganghöhe der Schraubenspindel a und 20 Umdrehungen derselben, sowie bei 150 Touren der Schraubenmutter o, bedarf z. B. das Rückführen des Bohrers aus einem Bohrloch von 1 m Tiefe, weil sich dessen Rückgang bei entgegengesetzter Drehbewegung der Mutter und Schraube aus der Summe der Umgangszahlen beider ergibt, mit $\frac{100 \text{ cm} + 60}{1{,}27\ (150 + 20)} = 28$ Secunden. Das Vorschieben des Bohrers wird, wenn in der Regel 1 m tief ohne Gestängewechsel gebohrt wird, nur ausnahmsweise vorkommen und kann daher, wenn hin und wieder doch nothwendig, bei ausgeschalteten Getrieben l, n und ϱ, d. i. mit 1,27 cm Fortschritt bei jedem Umgang der Spindel a, ebenfalls mit dem gewöhnlichen Gang des Motors bewirkt werden, und zwar z. B. für 60 cm Bohrervorgang in circa $2^1/_2$ Minuten. Uebrigens kann dort, wo es an nach wenigen Minuten zählendem Zeitgewinn auf das Bohrloch nicht gelegen ist, zum Rückführen des Bohrers auch die Reversirung des Motors oder auch — zum Zwecke nach höherer Einfachheit der Maschine — eine Handkurbel oder ein Speichenrad — gleichfalls bei ausgeschalteten Getrieben l und n und bei Weglass der Getriebe ϱ, μ, δ, σ verwendet werden, wo dann die Schraubenspindel a bei jeder Umdrehung ebenfalls um die volle Schraubenganghöhe zurückgeht und in dem vorgeführten Beispiel der Bohrer aus einem 1 m tiefen Bohrloche inclusive der Aufenthalte für die Aus- und Wiedereinschaltung der Getriebe l und n in höchstens 2 bis 3 Minuten rückgeführt werden kann. — Die hohlen Bohrer bestehen aus bestem Werkzeugstahl und erhalten 4 bis 6 nicht radiale, sondern gegen die innere Peripherie voreilende, sowie nicht in der Querschnittsebene des Bohrers gelegene, sondern gegen die äussere Peripherie desselben sich etwas senkende Zähne (Schneiden). Werden die Bohrschneiden nach auswärts nicht oder zu wenig gesenkt, so nützen sich dieselben am äusseren Ende viel rascher ab, was durch die grössere Umgangsgeschwindigkeit, somit auch die grössere Inanspruchnahme der äusseren Theile der Schneiden bedingt ist. Dass die Schneiden nicht radial gestellt, sondern gegen die innere Bohrerperipherie voreilen sollen, hat dieselbe Ursache, es dürfen nämlich die inneren, langsamer umgehenden Schneidenenden eher scharfwinkelig sein, wogegen die äusseren rascher umgehenden sich haltbarer erweisen, wenn dieselben stumpfere Winkel einschliessen. Die erwähnte Richtung der Bohrerschneiden lässt sich jedoch beim Nachschleifen, wegen der nicht ganz gleichmässigen Abnutzung derselben, nicht genau einhalten und scheint auch von geringerer Bedeutung zu sein, als die vorerwähnte Senkung der Schneiden nach auswärts. Es muss auch auf die gehörige Behandlung des Bohrers beim Härten und beim Anlassen, je nach der

Qualität des Stahles, aus welchem der Bohrer besteht, grosse Sorgfalt verwendet werden. Die continuirliche Ausspülung des Bohrschmandes und stetige Kühlung des Bohrers durch einen kräftigen Wasserstrom ist vorgesehen. Das Spülwasser wird durch das in die hohle Bohrspindel a eingelegte Rohr z und das Gestänge p in das Bohrloch entweder unter dem vollen verfügbaren Wasserdruck, oder wo dieser mangelt, unter dem mittelst einer Handpumpe in einem, mit Windkessel versehenen Wasserreservoir erzeugten Drucke zugeleitet, oder aber es kann, wenn ein hydraulischer Motor angewendet wird und ein hoher Wasserdruck zur Verfügung steht, das Abfallwasser des Motors als Spülwasser benutzt werden. Die ganze Bohrmaschine ist in der einen Ebene auf Teller u, in der anderen Ebene aber um die Spann-, zugleich Tragsäule v drehbar, mit welcher dieselbe durch das Universalgelenk w verbunden ist. Ausserdem lässt sich die Bohrmaschine auf der Spannsäule hin und her verschieben, und da auch letzterer eine horizontale, geneigte oder verticale Lage gegeben werden kann, so ist ersichtlich, dass vor nicht zu engen Arbeitsorten der Maschine für jeden beliebigen Angriffspunkt die gewünschte Lage ertheilt werden kann, zumal die Bohrmaschine bei entsprechend grosser Länge der Schraubenspindel a eine bedeutende Ausladung (Abstand vom Bohrorte) gewinnt. Um den beträchtlichen Druck zu paralysiren, welcher aus dem Widerstande des Gesteins gegen das Eindringen des Bohrers erwächst, und welcher die Bohrmaschine um die Achse der Spannsäule v zu drehen trachtet, wird das Universalgelenk w mit einer um den Zapfen x drehbaren Spreize t gegen die Sohle oder die Stösse des Arbeitsortes abgespreizt. Diese Spreize t besteht aus zwei, teleskopartig in einander verschiebbaren Stücken, so dass sie nach Bedarf verlängert oder verkürzt werden kann. Die Spannsäule v wird gegen die Stösse oder Sohle und Firste des Betriebsortes in bekannter Weise mit den Spitzen y durch Anziehen einer starken Schraube β mit einem langen Schlüssel (Hebel) abgespreizt, beziehentlich fixirt. Selbstverständlich kann die Spannsäule nebst Bohrmaschine behufs rascherer und bequemerer Zu- und Abfuhr an einem passenden, fahrbaren Gestelle (Wagen) angebracht werden.

Die fortgesetzten Versuche zu Raibl und an anderen österreichischen Betriebspunkten haben, besonders auch nach zweckmässigerer Abänderung der als Motor dienenden Wassersäulenmaschine von Mayer, die Brauchbarkeit der Maschine in nicht zu festen Gesteinen, in welcher sich keine zu festen Einschlüsse finden, vollständig erwiesen[554b]). — Jarolimek hat dieselbe Maschine zum Handbohrbetrieb mittels Kurbel und Schwungrad hergestellt, und sind mit derselben bei den Versuchen zu Příbram die befriedigendsten Resultate erreicht worden, zumal in den weniger festen Ge-

[554b]) Vortrag des Oberbergrath Egid Jarolimek: neuere Betriebsergebnisse mit E. Jarolimek's Gesteins-Drehbohrmaschinen. Wien 1882; auch in österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1882. S. 103.

steinsarten[554c]). Ueber den Kraftbedarf, welcher zu dieser Handbohrmaschine nothwendig ist hat Preuss mittelst Kurbeldynamometer in den verschiedensten Gesteinsarten Untersuchungen angestellt und dieselben in der unten bezeichneten Quelle mitgetheilt[554d]). Derselbe hat dabei festgestellt, dass es vortheilhaft ist, die Bohrkrone mit drei oder besser mit vier Zähnen zu besetzen, weil man mit zwei Zähnen einen ruhigen Gang nicht erreicht und die Kräfte der Arbeiter zu sehr angestrengt werden; die Zähne müssen auch nach Reparaturen stets in symmetrischer Stellung erhalten bleiben und immer wieder in gleicher Höhe hergestellt werden.

Ueber die verschiedenen Methoden, welche in Westfalen beim Durchbohren von Kohlenpfeilern zur Einbringung von Wetterbohrlöchern angewendet werden[555]), ist bereits oben im Abschnitt II S. 199 gehandelt.

Der Oberbergrath Förster zu Zaukeroda hat auf den Freiberger Gruben interessante Versuche darüber angestellt, wie sich das Handbohren gegen das Maschinenbohren in Bezug auf Beschleunigung der Arbeit, auf die Kosten, sowie auf das Lohn der Arbeiter gestaltet und hat die Untersuchung sowohl auf das stossende Bohren, und zwar mit Maschinen von Schram, als auch auf das drehende mit der hydraulischen Maschine von Brandt ausgedehnt. Er hat dabei gefunden, dass das Maschinenbohren in allen Beziehungen das Handbohren zum Vortheil der Grubenbesitzer und der Bergleute übertrifft, dass aber die Kosten und die Löhne bei Anwendung der beiden Maschinen nahezu gleich sind, während die Brandt'sche sehr viel schnelleren Fortgang der Arbeit gewährt, als die Maschine von Schram[555a]).

II. Maschinen zum Schrämen und Schlitzen.[556])

Die Schrämmaschinen sind von grosser Bedeutung für die Entwickelung des Bergbaues, so dass es nicht Wunder nehmen darf, wenn die Bestrebungen der Ingenieure seit dem Jahre 1862, wo, nachdem schon im Jahre 1761 durch Michael Menzies die erste Anregung zu solchen Maschinen gegeben worden war[557]), 100 Jahre später durch Einführung der Anwendung von comprimirter Luft, die erste derartige Maschine in dem Balaclavaschachte der Kohlengrube West-Ardsley bei Leeds in Betrieb gesetzt worden ist, die verschiedensten Constructionen zu diesem Zweck herbeigeführt

554c) Ebenda. 1883. S. 381.

554d) Ebenda. 1883. S. 187.

555) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 27 B. S. 255.

555a) Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen im Königr. Sachsen. Freiberg 1882. I. S. 18.

556) Bluhme: Notizen über einige engl. Schrämmaschinen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 14 B. S. 255. — Mayer in österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1877. S. 461.

557) The Mining Journal. London. Vol. 43. p. 1070; Vol. 44. p. 77. — Zeitschr. des berg- und hüttenm. Vereins für Kärnthen. Klagenfurt 1874. S. 2.

haben, von denen indess viele gar nicht oder kaum brauchbar sind, wenige aber schon die Vollkommenheit besitzen, dass man über das Versuchsstadium hinweggekommen wäre. Die Maschinen haben zunächst den nicht hoch genug anzuschlagenden Nutzen, dass sie den Arbeiter der mühseligen Schramführung entheben und dessen Kräfte bei anderer Thätigkeit im Grubenbetrieb nutzbringend verwenden lassen; bei dem Umstande, dass die Ansprüche an die Förderleistung der Bergwerke von Jahr zu Jahr sich steigern und hiermit die Vermehrung der Arbeiterzahl und die Einübung der neu angeworbenen Arbeiter fast nirgends gleichen Schritt hält, muss es als Gewinn erachtet werden, die am meisten aufhaltende und lästigste Arbeit, das Schrämen, namentlich bei der Gewinnung der Steinkohlen, durch Maschinen verrichtet zu sehen. Eine directe Ersparung an Arbeitslohn ist bis jetzt nicht erzielt worden, und es muss der Zukunft überlassen werden, ob dieses Ziel überhaupt zu erreichen sein wird; dennoch sind mit Benutzung der Schrämmaschinen bereits ganz erhebliche ökonomische Vortheile bemerkbar geworden. Diese bestehen beim Steinkohlenbergbau darin, dass der Stückkohlenfall bedeutend vermehrt wird; eine Maschine ist im Stande, einen 39 bis 92 Millimeter hohen Schram 1 bis 1,25 Meter tief zu führen, während der Hauer zur Tiefe des Schrams von 1 Meter denselben vorn bis 314 und 392 Millimeter erweitern muss; hierdurch wird nicht nur die Gewinnung von Grieskohlen absolut vermindert, sondern die unterschrämte Bank behält auch grösseres Gewicht und kann durch ihre eigene Schwere oder durch leichtes Hereintreiben niederfallen, während bis jetzt häufig zu ihrer Lösung Schiessarbeit nöthig ist, die aber die Zerkleinerung der Kohle herbeiführt. Selbst harte Steinkohlenflötze, welche der Schrämarbeit durch den Hauer die grössten Schwierigkeiten entgegensetzten, können jetzt durch die Maschinen mit Leichtigkeit und ohne Schiessarbeit gewonnen werden. Hierzu kommt, dass die besseren Maschinen besser in einem dichten und festen Schiefer, als in der spröden Kohle arbeiten, so dass man in die Lage versetzt wird, selbst schmale und unreine Flötze zu gewinnen, welche früher von der Bauwürdigkeit ausgeschlossen waren. Ein anderer nicht hoch genug anzuschlagender Vortheil würde in den Schrämmaschinen, wenn ihr Gebrauch allgemein durchgeführt werden könnte, dadurch zu finden sein, dass die zahlreichste Kategorie der Unglücksfälle beim Bergbau, der Stein- und Kohlenfall, eine wesentliche Verringerung erfahren würde, weil eine grosse Zahl dieser Unglücksfälle sich während des Schrämens ereignet. Gelegentlich mag hier mitgetheilt werden, dass der Bergverwalter Bothe zum Schutze gegen Stein- und Kohlenfall die Arbeiter mit Stahlhelmen als Kopfbedeckung versehen hat, wodurch dieselben bereits vor derartigen Unfällen geschützt worden sind[557a]).

Wie grosse Wichtigkeit den bezeichneten Momenten auf die ökonomischen Resultate des Bergwerksbetriebes ebenso, wie auf den Schutz der

[557a]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 31 B. S. 190.

Arbeiter beigelegt wird, beweist, dass man namentlich in England[558]), aber auch Seitens der Mansfeldischen Gewerkschaft[559]) nicht unbedeutende Prämien ausgesetzt hat für Angabe und Ausführung einer brauchbaren Schrämmaschine. Dennoch ist es bis jetzt noch nicht gelungen, das Ziel in irgend einigermaassen befriedigender Weise zu erreichen.

Die Constructionen der Maschinen lassen sich auf drei Principien zurückführen, man hat Schrämmaschinen mit hauender Bewegung des Schramzeuges, solche mit stossender Bewegung desselben und solche mit schneidender Bewegung des Arbeitszeuges, wobei die Bewegungskraft meistentheils durch comprimirte Luft, selten auch durch Wasserdruck erzeugt wird.

a. Schrämmaschinen mit hauendem Arbeitszeuge.

1. Die Maschine von W. und S. Firth[560]) wurde auf dem Balaclavaschacht der West-Ardsley-Kohlengrube bei Leeds zuerst im Jahre 1862 in Thätigkeit gesetzt und hatte anfänglich sehr befriedigende Leistungen. Die Maschine war anfänglich Firth und Donisthorpe gemeinschaftlich patentirt und trug beider Namen, später hat sich Firth allein mit der Vervollkommnung der Maschine beschäftigt und ist der alleinige Patentträger geworden[561]). Die Luft für die Betriebsmaschine wird über Tage durch eine Dampfmaschine comprimirt, auf 55 Pfund Spannung gebracht und durch gusseiserne Röhren, an denen sich vor den Arbeitspunkten Kautschukröhren anschliessen, zur Betriebsmaschine geleitet. Der Arbeitscylinder steht auf einem aus Winkeleisen gefertigten Wagen, welcher in einem zwischen Arbeitsstoss und der letzten Stempelreihe befindlichen, 1 Meter breiten Raum auf einem für jeden Schramstoss besonders zu verlegenden Schienengeleise fortbewegt werden kann, was durch den dirigirenden Arbeiter mittelst eines konischen Rades und einer Schraube ohne

[558]) The Mining Journal. London 1872. p. 266. 273. 314. 338.

[559]) Erdmenger: der Mansfeldische Kupferschieferbergbau in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 19 B. S. 297.

[560]) Bluhme a. a. O. S. 258. — William Firth: Ueber die Gewinnung der Steinkohle mittelst Maschinen, berg- u. hüttenm. Zeitg. von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1863. S. 397. — Dingler polyt. Journal. Bd. 171. S. 401. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1864. S. 148. — Heinr. Simon, die Kohlen-Hau-, Fräs- oder Schräm-Maschine und Kohlenbrecher in Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins für Kärnthen. Klagenfurt 1874. S. 38. — Polytechnische Zeitung von Dr. Herm. Grothe. Berlin 1875. S. 315. — Der Civilingenieur von Bornemann. Leipzig 1874. Literatur- und Notizblatt. S. 63. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- und H.-Wesen. Wien 1877. S. 462. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 19. p. 305. — The Mining Journal. London. Vol. 42. p. 606. 1066; Vol. 43. p. 286. 1070. 1367; Vol. 44. p. 77; Vol. 45. p. 787; Vol. 47. p. 786; Vol. 48. p. 118.

[561]) The Mining Journal. London. Vol. 45. p. 1226.

Zu Seite 40

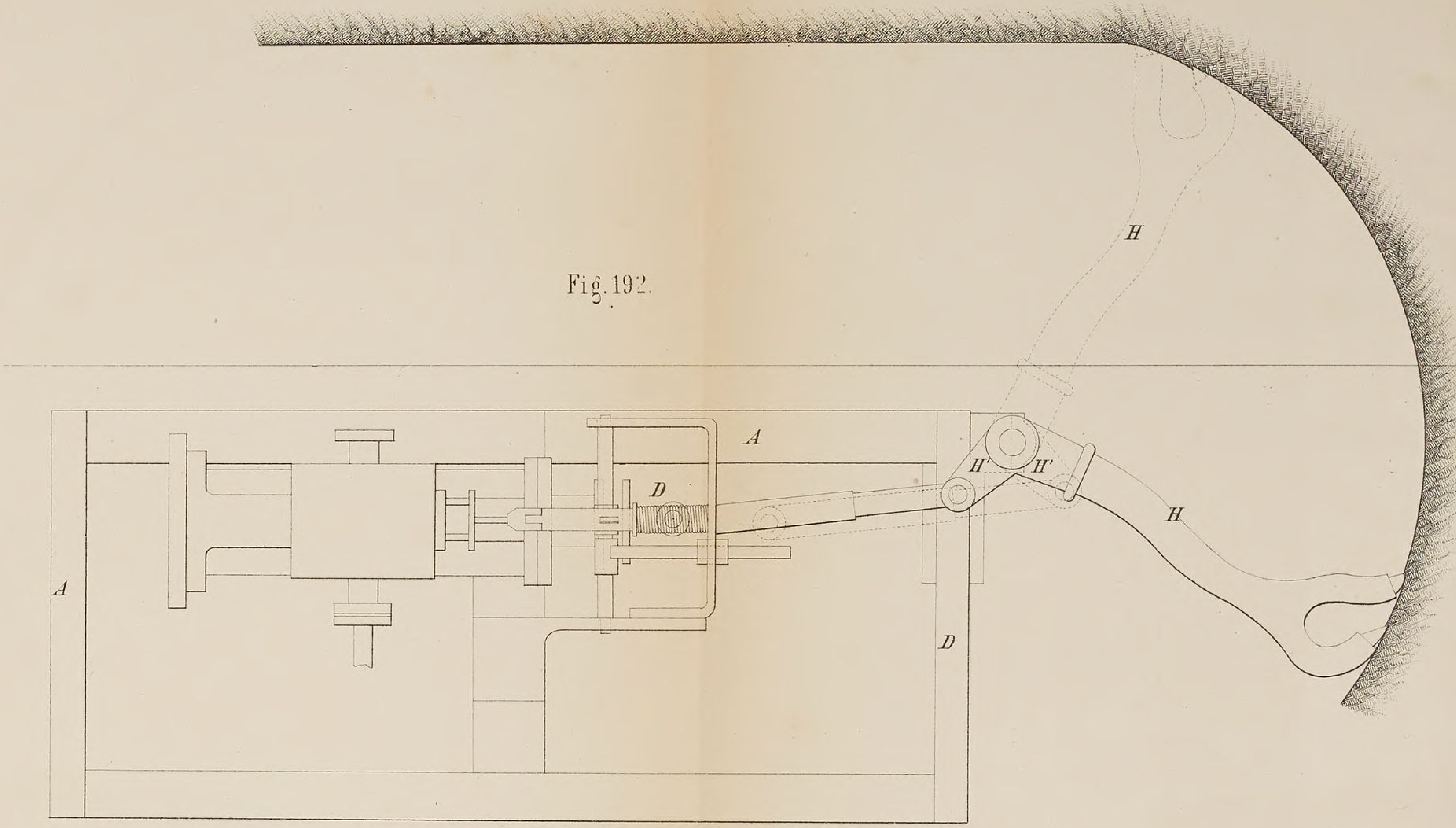


Fig. 192.

Geogr. lith. Inst. u. Steindr. v. W. Greve, Kgl. Hoflith, Berlin.

Ende geschieht. Der Wagen ist 1,25 Meter lang, 785 Millimeter breit, 1 Meter hoch, auf ihm liegt ein horizontaler Cylinder von 131 Millimeter Durchmesser und 314 Millimeter Hub, dessen Kolbenstange eine verticale Welle mittelst Kurbelverbindung bewegt. An der Welle sitzt in einer Hülse, welche in jeder beliebigen Höhe befestigt werden kann, die Keilhaue; dieselbe besteht ganz aus Eisen, wie die belgische Rivelaine, nur ist sie bedeutend schwerer, entweder eine einfache oder Doppelhaue mit einer Schneidenbreite von 39 bis 52 Millimeter, die bei hartem Schram geringer genommen werden muss. In neuerer Zeit ist die Haue durch Firth doppelklauig hergestellt und zwar so, dass die eine Klaue immer der andern vorarbeitet, wie aus Fig. 192 hervorgeht. Durch jede Vorwärtsbewegung des Kolbens macht die Welle eine Drehung von etwa 60 Grad und die Schramhaue einen entsprechenden Schlag in den Schram; beim Rückgange des Kolbens wird die Haue zurückgezogen. Dabei wird der Wagen langsam am Stosse vorübergefahren, in dem der hinten auf einer Pritsche sitzende Arbeiter die Schraube dirigirt und zugleich den Steuerhebel mit der andern Hand führt. Bei gutem Gange machte die Maschine 70 Schläge in der Minute und konnte 26 bis 39 Millimeter bei jedem Schlage vorrücken; jedoch ist es nicht möglich, den ganzen 1 Meter tiefen Schram auf einmal herauszuhauen, vielmehr musste die Arbeit dreimal wiederholt werden, wobei die Maschine in einer Schicht von acht Stunden 94 bis 105 Meter in dem fast söhlig liegenden Flötze unterschrämte. Ausser dem dirigirenden Arbeiter waren noch ein bis zwei Gehilfen erforderlich, welche die Schramberge herauszukratzen, die Zuführungsrohre zu erlängen, die Hauen auszuwechseln hatten; diese Leistung von 3 Arbeitern entspricht der von 13 bis 15 Schramhauern. Es wurden auf solche Weise 1300 bis 1400 Centner Kohlen zur Hereingewinnung bereit gestellt, was während der Nacht geschah; am Tage wurden die Kohlen hereingenommen und verladen, der Versatz und die Schienenbahn von Neuem hergestellt. Die Gewinnung von 100 Centner Kohle kostete bei der Maschinenarbeit 3,63 Mark, während das Gedinge bei der Handarbeit auf 5,45 Mark stand, man hatte also einen Gewinn von 1,82 Mark, wozu noch ein fernerer durch grösseren Stückkohlenfall von 1,05 Mark kam, so dass man im Ganzen 2,87 Mark bei 100 Centner gewann; dagegen betrugen die Betriebs- und Unterhaltungskosten der Compressionsmaschine über Tage nebst Amortisation der Anlage auf 100 Centner 3,05 Mark, so dass ein Verlust von 0,18 Mark erwachsen ist, der aber sofort in Gewinn sich umsetzt, wenn die Compressionsmaschine nicht nur eine, sondern, wozu sie ursprünglich bestimmt war, drei Schrämmaschinen zu gleicher Zeit in Bewegung setzt, wo sich ein Gewinn von 0,04 Mark auf den Centner berechnet. Diese Vortheile hat man dennoch nicht aufrecht erhalten, weil die Unvollkommenheiten der Maschine und die Betriebsstörungen sich mit der Zeit als so bedeutend herausstellten, dass man den Apparat schliesslich ganz abwarf.

Die Mängel desselben waren folgende: Durch das Moment der Schramhaue, mit welchem sie gegen den harten Stoss schlägt, erhält der Wagen häufig einen so heftigen Rückschlag, dass er zurückprallt, aus den Schienen springt oder Steuerungstheile zerbrechen, also die regelmässige Arbeit häufig unterbrochen wird. Die mehrmalige Wiederholung des Schrams ist nachtheilig, weil sich häufig Nachfall von Kohle oder Schieferblättchen in dem Schrame löst und denselben verengt, vorzugsweise aber deshalb, weil bei manchem Flötze die halb unterschrämte Kohle schon nach kurzer Zeit zu drücken anfängt und für Arbeiter und Maschine durch zu frühes Hereinbrechen Gefahr entsteht. Die Fortbewegung der Maschine mit der Hand kann nicht immer in richtige Uebereinstimmung mit der Arbeit der Haue gebracht werden; ebenso ist es mangelhaft, dass der Maschinist nicht nur zum Rückgange des Kolbens mit der Hand umsteuern, sondern auch die von der Maschine selbst verrichtete Umsteuerung beim Vorgange unterstützen muss. Die Bewegung des Arbeitszeuges ist fehlerhaft, weil durch den Schwung Verlust an Zeit, also an Arbeitsleistung entsteht.

Trotz der bemerkten Mängel hat sich die Maschine in grösserer Zahl auf den Gruben in der Gegend von Leeds eingebürgert, zumal der Erfinder Firth der Ausbreitung ihres Gebrauchs persönlich grosse Aufmerksamkeit widmet. Auf den mansfeldischen Gruben sind die Versuche fortgesetzt worden, ohne die Brauchbarkeit der Maschine definitiv zu constatiren[562]), so dass sie nunmehr eingestellt sind.

Andere Ingenieure haben die verschiedenartigsten Veränderungen in der Construction der Maschine anzubringen gesucht, welche aber nicht zur Vervollkommnung geführt haben; zu erwähnen bleibt nur:

2. Die Schramhaumaschine von Grafton Jones[563]), welche zwar in einigen Beziehungen Verbesserungen herbeigeführt hat, aber doch noch viele der erwähnten Mängel trägt. Als Eigenthümlichkeiten sind hervorzuheben, dass die Schramhaue mit ihrer Achse an einem grossen eisernen drehbaren Ring mit äusserem Zahnrade sitzt, durch dessen Drehung der Schramhaue jede beliebige Stellung, horizontal bis vertical, gegeben werden kann; die Mittellinie der Kolbenstange, welche sich in ihrer Befestigung am Kolben ebenfalls drehen kann, liegt in der Achslinie dieses drehbaren Gestells, so dass die Angriffslinie der Kolbenstange auf die Kurbel stets dieselbe bleibt, und bei geneigtem oder ansteigendem Schram die Haue hiernach gestellt werden kann. In verticaler Stellung der Haue soll der Apparat zum Schlitzen dienen, der Schlitz wird aber immer die Form eines Kreissegments erhalten, da die äussere Ecke nicht zu erreichen ist. Eine Verbesserung ist die Anwendung eines hohlen Mönchkolbens, welcher für den Rückgang dem Luftdrucke nur einen schmalen äusseren Ring

[562]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 25 B. S. 227; Bd. 26 B. S. 369.

[563]) Bluhme a. a. O. S. 263. — Soulié et Lacour a. a. O. p. 44. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1877. S. 462.

bietet, der genügt, um das Gezähe ohne Stoss zurückzuziehen und hierdurch bedeutende Luftersparniss herbeiführt, ausserdem aber durch Anbringung der Kolbenstange in dem hohlen Kolben selbst die ganze Maschine bedeutend compendiöser und solider macht. Bei den neuesten Maschinen ist variabler Hub und selbstthätige Umsteuerung derartig eingeführt, dass beim Beginn des noch nicht vertieften Schrames die Haue schnelle kurze Schläge macht und erst mit zunehmender Tiefe der Hub grösser und langsamer wird. Auch hat man neuerdings eine Vorrichtung zur selbstständigen Fortbewegung des Wagens durch Anbringung eines zweiten Cylinders, dessen Kolben auf die Kurbeln der Wagenräderachsen wirkt, hergestellt[564]). Die Maschine wiegt 10 bis 14 Centner. Sie soll auf einem harten Flötz in 10 Stunden einen Stoss von 117 Meter Länge 1 Meter tief unterschrämen. Trotz dieser guten Leistung ist die Maschine mit so vielen der vorerwähnten Uebelstände behaftet, dass sie eine grosse Verbreitung nicht gefunden hat. Bei einem Versuche auf dem Albertschacht der Gerhardgrube bei Saarbrücken[565]) hat man keine günstigen Resultate erzielt; die Maschine zeigte sich zu schwerfällig, um leicht hin- und herbewegt zu werden und einen raschen und ununterbrochenen Betrieb der Haue zu bewerkstelligen. Die Stopfbüchse des Cylinders füllte sich leicht mit Staub, so dass die Selbststeuerung aufhörte und zur Handsteuerung geschritten werden musste, so dass die Arbeitsleistungen geringer, die Kosten höher wurden, als beim gewöhnlichen Schrämen.

3. Der Maschinenfabrikant Hoppe zu Berlin construirte eine hauende Schrämmaschine[566]) welche versuchsweise auf den Steinkohlengruben bei Rosdzin in Oberschlesien angewendet worden ist, seitdem aber keine weitere Verbreitung gefunden hat, weil die Resultate ungünstig waren[567]). Die Maschine ist mit zwei Hauen versehen, welche bestimmte Theile des Schrams ausarbeiten, indem die vordere Haue mit 70 Millimeter breitem Messer den Schram auf 30 Centimeter Tiefe vorarbeitet, während die hintere gegabelte Haue mit Messerbreiten von 43 und 20 Millimeter die volle Schramtiefe erzeugt. Die beiden Hauen arbeiten alternativ, so dass, während die eine ausholt, die andere einschlägt, beide Hauen sich also gewissermassen das Gleichgewicht halten. Die Fortbewegung der Maschine war selbstthätig auf starken Schienen. Nach einem Vortrage des damaligen Bergmeister Foerster sind auf den Königl. Sächsischen Steinkohlenbergwerken im Plauen'schen Grunde Versuche mit der Maschine angestellt, die aber gleichfalls nicht günstig ausgefallen sind.

4. Der Ingenieur Lilienthal ist nach dem eben bezeichneten Vortrage bei den Versuchen mit der Hoppe'schen Maschine auf den Gedanken

[564]) The Mechanics' Magazine 1867. S. 8.

[565]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20 B. S. 351.

[566]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1877. S. 462.

[567]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 25 B. S. 227.

gekommen, eine Handschrämmaschine zu construiren. An einem eisernen Ringe sind 2 bis 3 Schneiden angebracht, welche bestimmt sind, in das Flötz einzudringen und Span auf Span des Flötzes loszulösen und so den Schram oder Schlitz herzustellen. Die Umdrehung des Ringes erfolgt mittelst Kurbel und Vorgelege. Der ganze Apparat liegt in einem zwischen die Stösse fest eingespannten Rahmen, auf dem er mittelst einer Schraube beim Tieferwerden des Schrams vorschiebt[568]).

b. Schrämmaschinen mit stossendem Arbeitszeuge.

Seit 1865 sind in England auf derartige Maschinen viele Patente genommen, so von Johnston, von Farrar und Booth, von Donisthorpe, von Johnson und Dixon[569]), Sturgeon[570]) und Anderen, die aber sämmtlich nicht über die Versuchsstadien hinausgekommen sind. Die Schwierigkeit liegt darin, dass die Anwendung von comprimirter Luft ungeeignet ist, weil bei directer Kraftwirkung nicht der erforderliche Druck erzielt werden kann, ohne die Maschine sehr gross und unbeholfen zu machen, und weil andererseits die grosse Elasticität der Luft nachtheilig für die Bewegung ist. Die Anwendung von hohem Wasserdruck hat hier entschieden den Vorzug, wenn auch für den gesammten Grubenbetrieb die Verwendung comprimirter Luft vortheilhafter ist, weshalb in neuerer Zeit wiederum das Bestreben darauf gerichtet ist, die hier in Rede stehenden Maschinen mittelst dieses Motors zu betreiben.

1. Die von Carrett Marshall & Comp. in Leeds construirte Maschine[571]) hat auf einer Reihe von Gruben in England und Schottland Anwendung gefunden, ist aber jetzt kaum noch irgendwo im Betrieb[572]). Die Maschine ist eine Wassersäulenmaschine mit liegendem Cylinder, welcher von einem eisernen Wagen getragen wird; in demselben bewegt sich ein Kolben mit Lederliderung von 124 Millimeter Durchmesser. Auf der innern Seite bietet dieser Kolben die ganze Fläche dem Drucke des Wassers dar, auf der anderen bildet dagegen die Kolbenstange eine Röhre, die äusserlich nur einen schmalen Ring des Kolbens für den Wasserdruck übrig lässt, so dass also für den Rückgang des Kolbens eine weit geringere Kraft verwendet wird. In die hohle Kolbenstange wird der runde Schaft des Gezähehalters eingesteckt und durch einen Stift festgehalten; derselbe ist ganz aus Feder-

[568]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1878. S. 184. — The Engineering. London. Vol. 26. p. 498.

[569]) Jahrb. des schles. Vereins f. B.- u. H.-Wesen. Bd. 2. S. 366.

[570]) The Mechanics' Magazine 1867. S. 262.

[571]) Bluhme a. a. O. S. 264. — Berggeist 1866. S. 314. — Dingler polyt. Journal. Bd. 171. S. 11. Ebenda Bd. 182. S. 274. — Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. 1866. S. 295; 1867. S. 190. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1877. S. 472. — Soulié et Lacour a. a. O. p. 39. — The Mechanics Magazine 1866. S. 132.

[572]) Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins. Klagenfurt 1874. S. 3.

stahl gefertigt, in seinem vordern Ende glatt und mit 3 viereckigen Augen versehen, in welche die Stichel, als eigentliche Werkzeuge, eingesteckt werden, von denen zwei seitlich, der vorderste gerade an der Spitze sitzen, so dass sie gegen einander um 26 bis 52 Millimeter vorspringen. Die Stichel haben die Form kleiner, halbrunder Schaufeln; im Querschnitte hat der zunächst der Maschine befindliche 78 Millimeter, der zweite 72 Millimeter, der an der Spitze 65 Millimer Breite, ihr Abstand unter einander beträgt 366 Millimeter, der immer 78 bis 105 Millimeter geringer sein muss, als der Kolbenhub. Wird der Apparat in Bewegung gesetzt, so nimmt jeder Stichel, wie bei einer Nutenstossmaschine, beim Vorwärtsgange einen Span des Gesteins fort, dessen Dicke von der Grösse des jedesmaligen Vorschubes abhängt und zwischen 7 bis 20 Millimeter schwankt. Nach erfolgtem Rückgange des Kolbens wird die ganze Maschine um diese Dicke fortgerückt und durch regelmässige Wiederholung der Arbeit der Schram unter der Kohlenbank ausgearbeitet, der in der Form von drei schmalen Stufen fortschreitet. Bei jedem Hube kann durch die drei Stichel die ganze Schramtiefe von 1 Meter gewonnen werden; bei 15 Hüben in der Minute und 13 Millimeter Vorschub wird also ein Schram von 196 Millimeter Länge und 1 Meter Tiefe in der Minute ausgearbeitet. Die Schramberge hindern beim Rückgange den Gezähhalter nicht, sie werden von einem Knaben mittelst Kratzeisen beseitigt.

Die innere Steuerung erfolgt durch ein System von 2 Gegenkolben mit dazwischen liegendem hölzernen Vertheilungsschieber und einem Vierweghahn mit den zugehörigen äusseren Steuerhebeln, welche von der Maschine selbst bewegt werden; der ganze Steuerkörper besteht aus Messing. Mit der Steuerung in Verbindung steht ein verticaler Cylinder, dessen Kolben dazu bestimmt ist, fest gegen das Dach mit Beginn des Vorganges des Arbeitskolbens angedrückt zu werden und bis zum Rückgange angedrückt zu bleiben, um die Maschine und den Wagen mit seinen Rädern auf den Schienen zu fixiren, damit der ausgeübte Druck nicht den ganzen Apparat aus den Schienen hebt: beim Beginn des Rückganges sinkt auch dieser Bremskolben und der Vorschub des Apparats zu erneuerter Arbeit kann ungehindert erfolgen. Der Bremskolben hat wie der Treibkolben 124 Millimeter Durchmesser, empfängt von Unten den ganzen Wasserdruck, während oben nur ein schmaler Ring der Kolbenfläche für die Kraft zum Niedergange dargeboten ist.

Auch bewegt sich die Maschine selbst vorwärts, was durch eine Kette bewirkt wird, welche mit einem Ende an der Maschine befestigt ist, am oberen Ende der Schienenbahn über eine Rolle geht und zur Maschine zurückkehrt, wo sie sich in eine vertiefte Scheibe mit Dornspitzen einlegt und mit dem Ende frei herabhängt. In dieser Scheibe kann die Kette nicht rutschen, sondern wird durch Drehung der Scheibe angezogen, so dass der Wagen fortrücken muss. Zur Drehung dient eine zweite, unter der ersteren befindliche Scheibe, welche mit Sperrrad und Sperrklinke so

eingerichtet ist, dass sie beim Rückwärtsgange des Treibkolbens die obere Scheibe mitnimmt, beim Vorwärtsgange leer läuft, so dass beim Ende des Kolbenrückganges die Dornscheibe die Kette um ein oder zwei Glieder anzieht, je nach der Grösse des Vorschubes. Durch Stellung der Hebel mit der Hand kann die Fortbewegung des Wagens verhindert werden, wenn es nöthig ist, die Stichel an derselben Stelle noch einmal arbeiten zu lassen. Diese Fortbewegung bewährt sich nicht nur auf söhligen Bahnen, sondern auch auf ansteigenden vollkommen.

Wenn der Schram an der Sohle geführt werden soll, so liegt der Arbeitscylinder unter dem Wagengestell; soll in einer Mittelbank geschrämt werden, so liegt er über dem Wagengestell; zum Schrämen am Dache sind diese Maschinen nicht geeignet. Doch ist in beiden Fällen eine Verstellung in der Höhe möglich, indem man das Gestell durch Schrauben heben oder senken kann. Auch ist eine Drehung des ganzen Apparats möglich, indem sich das ganze Wagengestell um Achsen drehen lässt, so dass der Schram auch einfallend geführt werden kann. Ausserdem aber dreht sich der Arbeitscylinder, welcher während der Arbeit quer gegen den Wagen zu stehen hat, beim Transport durch die engen Strecken aber in der Längsrichtung des Wagens liegen muss, in horizontaler Richtung mit allen Arbeitstheilen in einem starken eisernen Kragen und kann durch einen Quadranten und eine Schraube ohne Ende in jeder Richtung festgestellt werden.

Die versuchsweise Anwendung der Maschine beim Mansfeldischen Kupferschieferbergbau hat günstige Resultate nicht geliefert[573]). Besonders störend wirkte, dass der Schrammeissel, welcher bei seinem Vorgange den 10 Millimeter starken Schramstreifen leicht wegnahm, bei seinem Rückgange in den losgelösten Schrambergen aufgehalten und festgeklemmt wurde, so dass die Maschine häufig in Unordnung und zum Stillstande kam.

Die Einwände gegen diese Maschinen richten sich gegen den starken Wasserverbrauch, der bei drei Schrammaschinen sich auf 15 Kubikfuss in der Minute beläuft und einem Tiefbau sehr lästig werden kann, doch wird man immer Einrichtungen treffen können, durch welche dieser Nachtheil besiegt wird.

Auf der Grube Kippax bei Leeds schrämte man in einem fast horizontalen 1,779 Meter mächtigen Flötze in einem 523 Millimeter über dem Liegenden befindlichen 52 Millimeter starken Mittel. Die regelmässige Leistung ist in einer Stunde 11,5 Meter Schram von 1 Meter Tiefe; indess wird täglich nicht mehr als ein Stoss von 52,309 Meter Länge in der Nachtschicht unterschrämt, weil häufige Unterbrechungen des Betriebs durch Festkeilen der Schienenbahn, Fortrücken der Endscheibe, Erlängen der Rohre u. s. w. entstehen; nach wiederholten Versuchen fallen auf 19 Minuten Arbeitszeit 9 Minuten Unterbrechung. Bei einer Probearbeit wurden

[573]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 16B. S. 313.

in 24 Schichten 719,784 Meter unterschrämt und 26520 Centner Kohlen gewonnen, bei der Maschine waren 2 Mann und 1 Knabe beschäftigt. Die Kosten berechnen sich für 100 Centner Kohlen auf 7,30 Mark, während das Gedinge bei Handarbeit auf 9,18 Mark, so dass sich ein Bruttogewinn von 1,88 Mark herausstellt oder auf das Gesammtquantum von 26520 Ctr. 492,81 Mark, welche Summe noch durch reicheren Stückkohlenfall auf 1482,075 Mark erhöht wird, so dass auf 1 Centner Kohlen ein Gewinn von 5 Pf. oder in jeder der 24 Schichten ein Gewinn von 61,75 Mark gemacht ist, welcher ausreicht, die Betriebskosten der Maschinenanlage zu decken.

Trotz der Uebelstände, welche mit dem Verbrauch des Wassers verbunden sind, empfiehlt es sich nicht, comprimirte Luft anzuwenden, weil zu einer Arbeitsleistung statt des kleinen 124 Millimeter starken Treibkolbens ein solcher von 314 Millimeter Durchmesser angewendet werden müsste, wodurch der Apparat für die engen Grubenräume zu gross werden würde. Auch würde die Elasticität der Luft fortwährend Stösse und Schläge in der Maschine hervorrufen.

2. Rothery[574]) hat verschiedene Constructionen versucht, welche wesentlich darauf beruhen, dass zwei Cylinder, der eine von grösserem, der andere von geringerem Durchmesser, hinter einander liegen und eine gemeinschaftliche Kolbenstange haben, in welche, und zwar beim Austritt aus dem grösseren Cylinder, der Meissel zum Schrämen eingesetzt wird. Der Kolben im grösseren Cylinder bewirkt den Vorgang, der im kleineren den Rückgang des Meissels. Die Maschinen theilen mit anderen den Nachtheil, dass sie nicht unmittelbar auf der Sohle den Schram führen können, weil die Höhe der Räder zur Fortbewegung der Maschine auf der Schienenbahn dies nicht zulässt. Uebrigens liegen die Cylinder bei einer der Constructionen in der Achse dieser Räder.

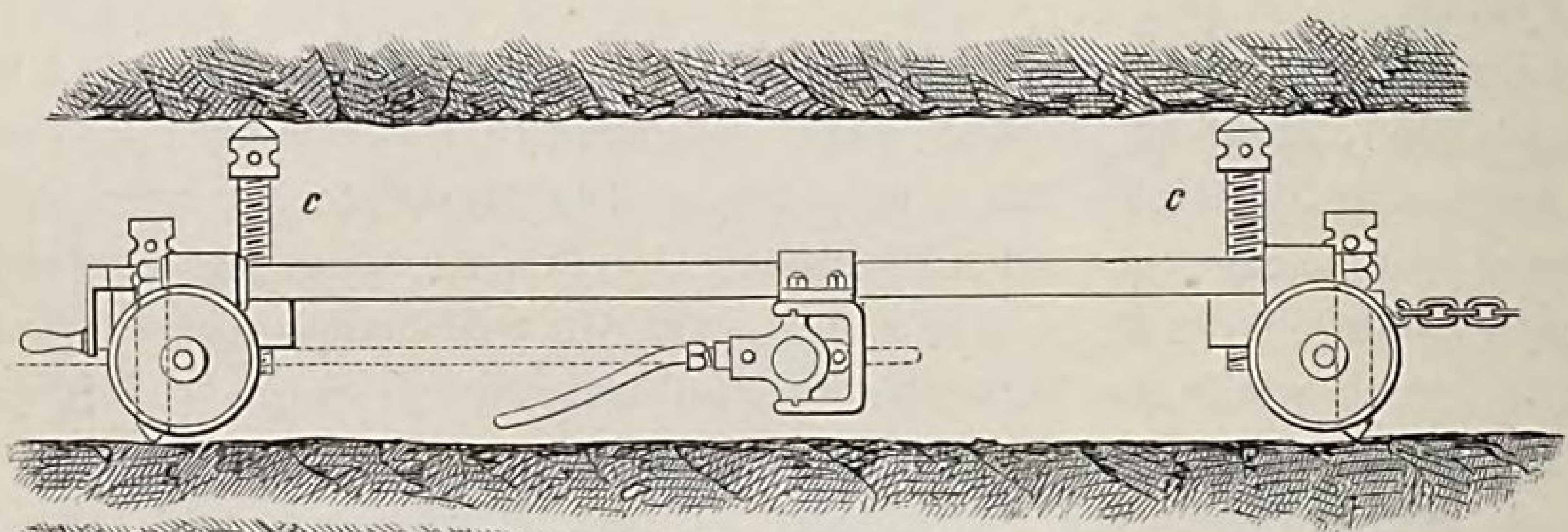
3. Die oben erwähnte Bohrmaschine von Schram ist von dem Erfinder auch als Schrämmaschine hergestellt[575]), Fig. 193, 194. Es ist eine Stossmaschine, welche auf einem Wagengestell beweglich und so angebracht ist, dass sie unter einem gewissen Winkel gegen das zu schrämende Mineral stossend arbeitet. Die Maschine wird mittelst comprimirter Luft betrieben, doch wird sie mittelst einer Schraube a durch den Arbeiter hin- und hergeführt und mittelst der Schraube b in den tiefer werdenden Schram nachgeführt. Der beim Schrämen entstehende Staub wird mittelst eingeblasener comprimirter Luft beseitigt. Die Feststellung des ganzen Apparats gegen Sohle und Firste erfolgt durch die Schrauben cc; Schienen

[574]) Polytechn. Centralblatt. Leipzig 1869. S. 787. — Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1870. S. 230. — The Mining Journal. London. Vol. 39. p. 74; Vol. 42. p. 973.

[575]) Berg- u. hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1877. S. 203. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1876. S. 410; Jhrg. 1877. S. 471. — Julius Mahler: die Sprengtechnik. 8. Auflage.

sind nicht erforderlich, da der Apparat leicht fortbewegt werden kann; wo der Steigung wegen dies beschwerlich sein sollte, benutzt man einen kleinen Handhaspel. Die Maschine soll in 10 Stunden bis 156 Quadratmeter Fläche unterschrämen und macht in der Minute 400 bis 500 Stösse. Das Schrämeisen, welches an dem Arbeitskolben der Maschine unmittelbar befestigt ist, ist mit Zähnen versehen, von denen ein Theil d, Fig. 195, länger ist, als die übrigen und gewissermaassen die Vorarbeit besorgt, die Zähne e e sind etwas kürzer und erweitern den Schram, während die noch kürzeren

Fig. 193.



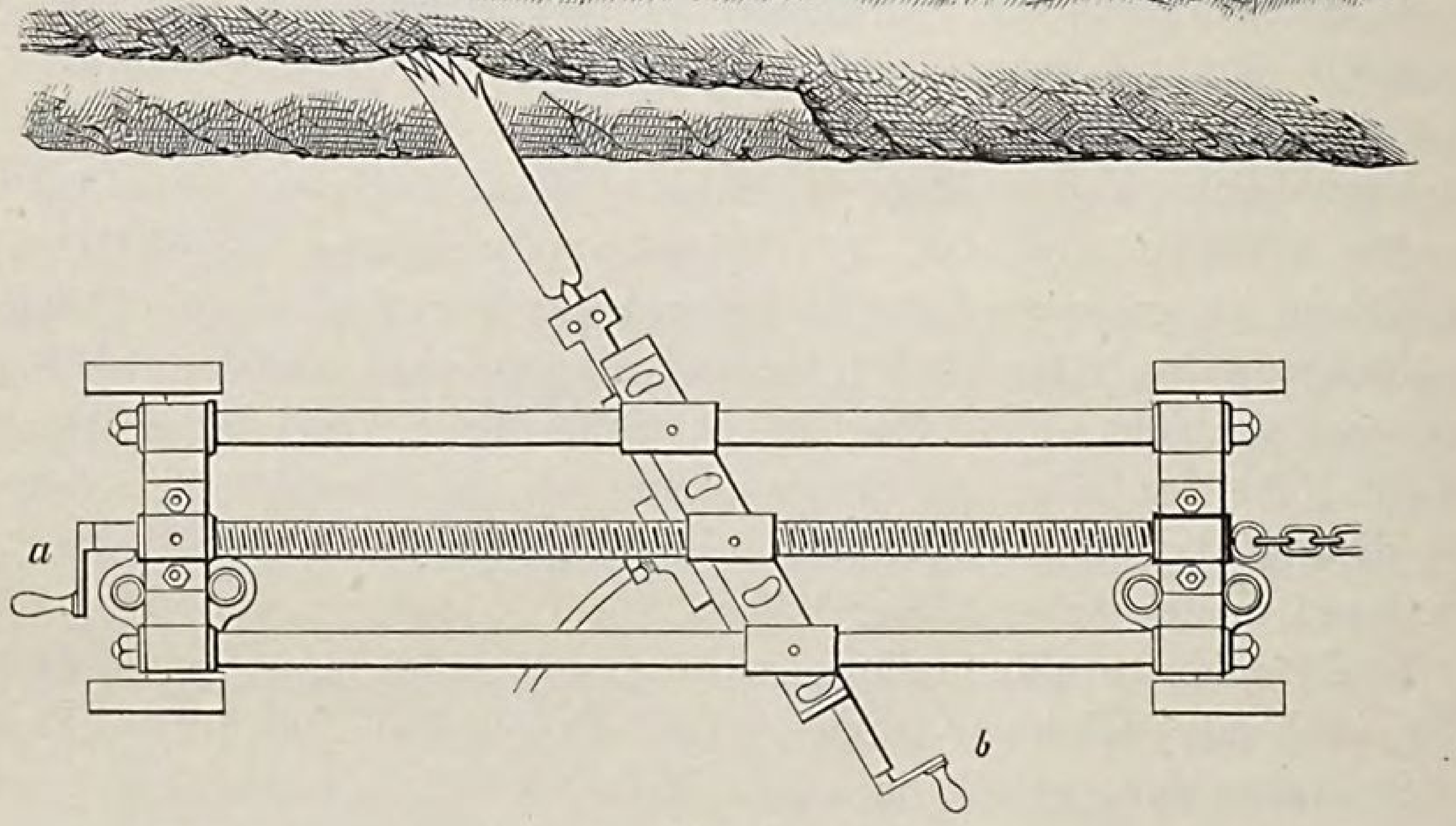


Fig. 194.

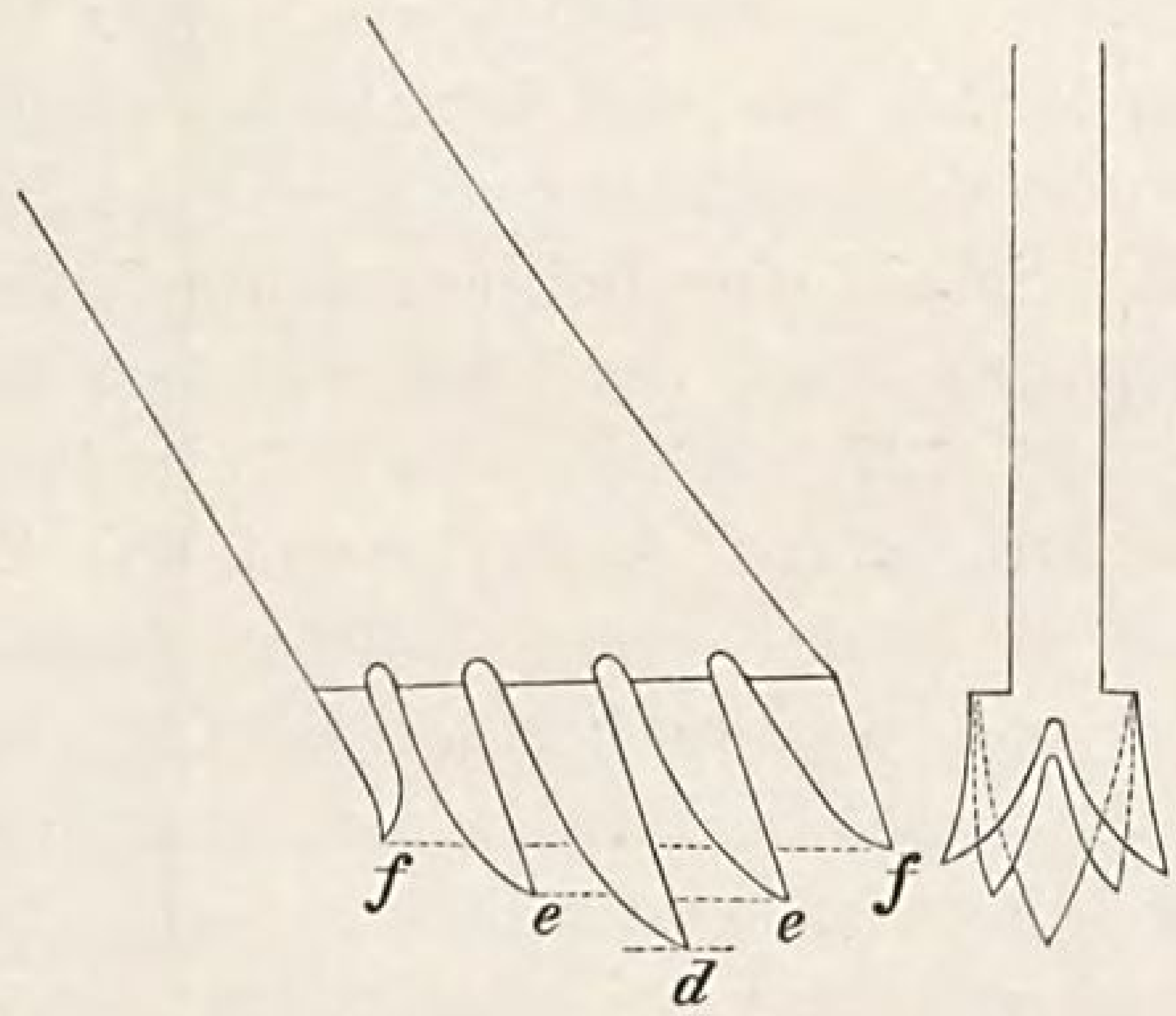
Zähne f f den Schram in seiner ganzen Tiefe fertig machen. Der Winkel, in welchem das Schrämeisen gegen das zu unterschrämende Gestein gerichtet wird, hängt von dessen Härte und Zähigkeit ab.

4. Die Kohlenbohrmaschine von Dr. Clapp[576]) kann mittelst Hand, comprimirter Luft oder Seilbetrieb in Bewegung gesetzt werden; die arbeitenden Theile sind Spiralbohrer, welche in die Kohle eingebohrt werden

[576]) Simon in Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins für Kärnthen. Klagenfurt 1874. S. 9. — Berg- u. hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1874. S. 110; Jhrg. 1875. S. 207. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 18. p. 305. — The Mining Journal. London. Vol. 43. p. 1312. 1367; Vol. 44. p. 78. 917. 918.

und so construirt sind, dass sie das Kohlenbohrmehl selbst austragen. Bei Handbetrieb werden 7, bei maschineller Bewegung bis 13 solcher Bohrer angewendet. Die Bohrer ruhen mit dem von der Kohle abgekehrten Ende in einem Rahmen und tragen innerhalb desselben Zahnräder, welche ineinander greifen und durch ein Triebrad bewegt werden. Der Rahmen ruht in den verticalen, mit Schraubenspindeln versehenen Ständern eines Gestells, welches auf einem vierräderigen, auf einer Schienenbahn beweglichen niedrigen Wagen angebracht ist; das Gestell kann gegen das Dach festgestellt werden, indem die Ständer mittelst Kurbeldrehung erlängt werden, während der Rahmen an den Schraubenspindeln der Ständer ab- und aufbewegt werden kann, so dass die Angriffslinie der Bohrer in jeder Höhe des Ortsstosses angebracht werden kann. Da auch der Rahmen mittelst Zapfen an

Fig. 195.



den Ständern drehbar ist, kann die Bohrerreihe ausser der horizontalen, jede gewünschte geneigte Lage annehmen, so dass der Schram in allen Richtungen geführt werden kann. Die Schramtiefe beträgt 1 Meter und sollen in 7 Minuten sechsmal die Bohrer ihre Arbeit auf diese Tiefe verrichten. In die Praxis soll sich diese Maschine bisher noch nicht eingeführt haben.

5. Eine ähnliche Einrichtung, wo der Schram durch Bohrer hergestellt wird, hat die Maschine von Norris zu Manchester[577]). Dieselbe wurde versuchsweise auf der Königsgrube in Oberschlesien in Benutzung genommen und leistete in dem sehr harten Kohl des Sattelflötzes ziemlich Befriedigendes. Die Maschine wurde an 16 verschiedenen Tagen versucht und leistete mit 6 neben einander liegenden Bohrern in durchschnittlich 17 Minuten einen Schram von 50 cm Länge, 90 cm Tiefe und 10 cm Höhe; das Zurückziehen der Bohrer erforderte einen Zeitaufwand von 4 Minuten, das seitliche Verschieben von 9 Minuten, so dass also ein Schram in der angegebenen Tiefe von 1 m Länge in Zeit von 1 Stunde hergestellt wurde[578]).

[577]) The Mining Journal. London. Vol. 44. p. 909. 917. 918.

[578]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26 B. S. 370.

Nach dem erwähnten Vortrage des Bergmeister Förster ist auch auf den Königlich Sächsischen Steinkohlenbergwerken im Plauen'schen Grunde diese Maschine versuchsweise in Gang gesetzt worden, doch hat sie befriedigende Resultate noch nicht gewährt, wiewohl man hofft, der Maschine noch eine solche Construction geben zu können, dass die Herstellung des Schrams gegen Handarbeit beschleunigt wird, während über die grösseren oder geringeren Kosten noch nichts festgestellt ist.

6. Eine Schrambohrmaschine hat Neuerburg in Kalk construirt[579]). Dieselbe ist nicht zu schwer, also leicht zu handhaben, sie bedarf keine genaue Bahnführung, zertrümmert wenig Kohlen, bedarf nur geringe Betriebskraft und arbeitet schnell. Sie besteht aus einer beliebigen Zahl, in einer Reihe neben einander liegender Bohrer, beispielsweise 10 Stück; diese sammt dem Mechanismus zu ihrer Bewegung sind von einem Tische getragen, der sich ähnlich, wie der Support auf einer Drehbank, auf dem darunter befindlichen Wagen hin- und herschieben lässt. Der Bohrapparat wird durch eine, mittelst comprimirter Luft betriebene Dreicylindermaschine in Bewegung gesetzt. Sobald eine Bohrung stattgefunden hat, werden die Bohrer zurückgezogen und dann der Tisch mit dem Bohrapparat vermittelst der Hebel, Fig. 196. 197, um eine den Bohrdurchmesser etwa 10 mm übersteigende Länge verschoben. Dann beginnt das Bohren von Neuem und die Arbeit wird in solcher Weise beliebig fortgesetzt. Man erhält eine Reihe Bohrlöcher und, da zwischen je zwei Löchern nur noch 10 mm der Masse stehen bleibt, einen Schram, in dem man diese schwache Masse mittelst eines Instrumentes leicht durchbricht. Der Betrieb der Bohrer erfolgt von der Betriebsmaschine aus durch Räder, welche unter einander im Eingriff stehen; dieselben sind in ihrer Bohrung mit Nut und Feder versehen, wodurch die Spindel gleichzeitig mit den Rädern gedreht wird. Zur Fortbewegung des Bohrers in der Achsenrichtung ist folgende Einrichtung getroffen:

Zwei, mit gleichem Gewinde wie die Spindel versehene Rothgussbacken, welche um ein doppeltes Charnier drehbar sind, werden vermittelst Spiralfeder von beiden Seiden fest über die Spindel gedrückt; beim Drehen der Spindel wird sich also dieselbe in der Achsenrichtung fortbewegen müssen. Falls es vorkommen sollte, dass ein Bohrer auf einen harten Gegenstand, Stein od. dgl. stösst, würde der Bohrer entweder Schaden leiden oder ganz zerbrechen; für diesen Fall ist die Einrichtung getroffen, dass ein solcher Bohrer sich von selbst ausrückt, indem durch sein Zurückbleiben eine grössere Spiralfeder zusammengedrückt wird und die beiden Rothgussbacken, welche über einen, an den Zahnrädern sitzenden

[579]) Glückauf. Essen 1877. No. 22. — Der Berggeist. Köln 1877. S. 173. — Dingler polyt. Journal. Bd. 225. S. 422. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1877. S. 167. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 25. S. 227. — Zeitschr. f. Gewerbe, Handel u. Volkswirthschaft. Beuthen 1877. S. 71.

Fig. 196.

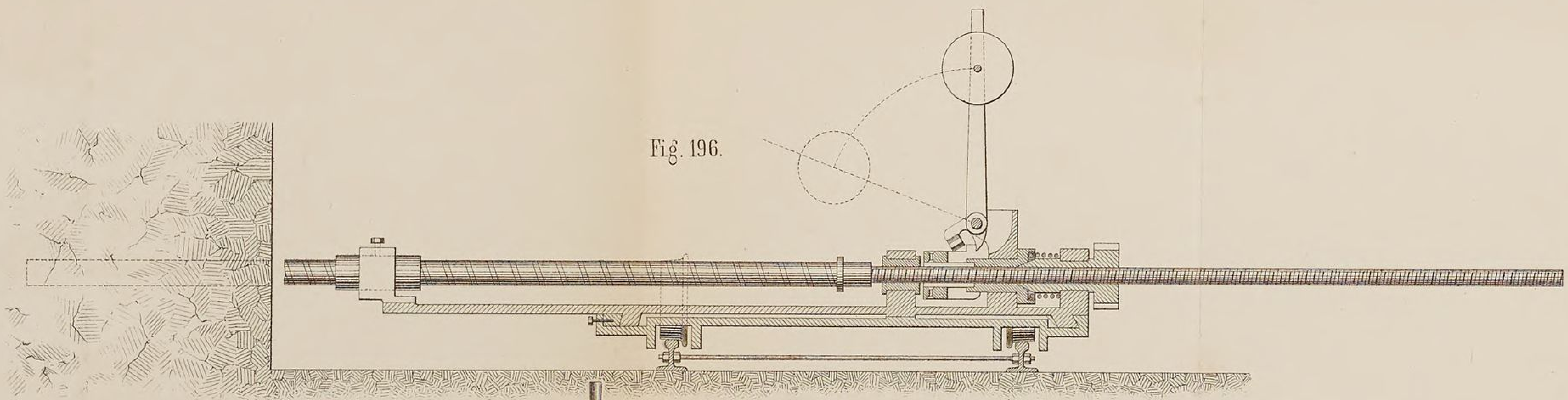
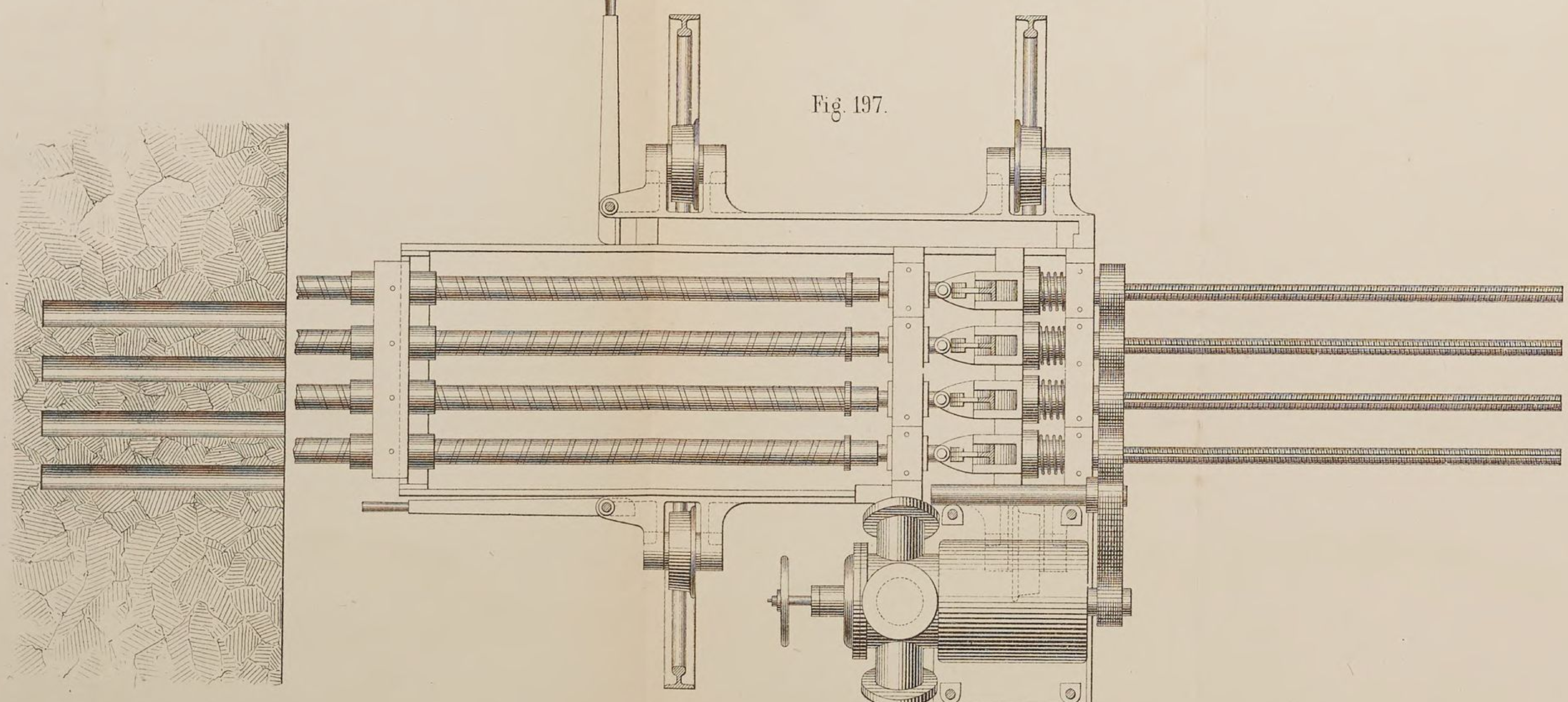


Fig. 197.



Geogr. lith. Inst. u. Steindr. v. W. Greve, Kgl. Hoflith. Berlin.

Conus geschoben werden, auseinander gedrückt werden. Gleichzeitig wird dann auch noch ein senkrecht stehender Hebel mit Gewichtstück aus dem Gleichgewicht gebracht, fällt nieder und hält vermittelst eines kurzen Hebels mit keilförmigem Ende die beiden Rothgussbacken vollständig und dauernd auseinander. Die so ausgebliebenen Löcher müssen dann mit einer einfachen Bohrmaschine später nachgebohrt werden. Die übrigen Bohrer, welche auf kein Hinderniss stossen, gehen so lange vor, bis die scheibenförmigen Ansätze in die Bohrführungen stossen und werden dann auch ausgerückt, worauf die Betriebsmaschine stillgesetzt wird. Man zieht dann alle Bohrer wieder zurück, richtet die niedergefallenen Hebel wieder auf, verschiebt den Support oder den ganzen Wagen und kann das Bohren von Neuem beginnen.

c. Schrämmaschinen mit schneidendem Arbeitszeuge.

1. Um den von der Mansfeldischen Gewerkschaft ausgeschriebenen Preis für eine brauchbare Schrämmaschine hat sich auch der Bergverwalter Turley, damals zu Lipine in Oberschlesien, beworben, ohne dass sein Project indess zur Ausführung gelangt wäre. Das Princip[580]) beruht darauf, dass mittelst eines gezahnten Rades, welches die Höhe des verlangten Schrames hat, in das Flötz nach Art einer Kreissäge eingeschnitten wird. Die Bewegung soll nach dem Project durch ein tangentiales Wasserrad bewirkt werden, welches mit dem Zahnrade auf gemeinschaftlicher Welle steht. Das Fortrücken der Maschine soll auf einem Schienenwege mit eisernen Schwellen erfolgen, welcher nach der ganzen Anordnung eine sehr sorgfältige Verlegung erfordert. Schon dieser Umstand spricht nicht für die regelmässige Verwendung der Maschine; sie lässt auch für den Mansfelder Abbau die Umänderung der dort aus anderen Gründen vortheilhaften diagonalen Richtung in die streichende wünschenswerth erscheinen.

2. Die Maschine von Walker[581]) hat als Träger der arbeitenden Theile gleichfalls ein horizontales Rad, an dessen Peripherie sich 20 Klauen befinden, welche bei der Umdrehung den Schram ausarbeiten. Die Bewegung wird auf dieses Rad, welches mit Kämmen versehen ist, durch eine Luftcompressionsmaschine mittelst eines Stirnrades übertragen. Eine grössere Anwendung hat auch diese Maschine nicht erfahren.

3. Auf demselben Princip beruht die Maschine von Gillot und Copley[582]). Ein horizontales Rad ist an seiner äusseren Peripherie mit

[580]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 393.

[581]) The Mechanics' Magazine. Vol. 91. S. 154. (Die zugehörige Zeichnung S. 155.) — Polytechnisches Centralblatt. Leipzig 1869. S. 1643.

[582]) Polytechnisches Centralblatt. Leipzig 1869. S. 851. — The Practical Mechanics' Journ. 1869. S. 31. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17 C. S. 25. — Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1871. S. 95. — Glückauf. Essen 1871. No. 28. — Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins für Kärnthen

Schneiden versehen, welche bei der Drehung des Rades in den Schram eingreifen und denselben ausarbeiten, die Bewegung wird dem Rade durch eine zweicylinderige, mittelst comprimirter Luft betriebene Maschine gegeben, deren Kolben 19 Centimeter Durchmesser und 23 Centimeter Hub haben und eine gekröpfte Welle treiben, die mittelst eines konischen Getriebes die Scheibe in Umdrehung versetzt, indem dieselbe nahe ihrem Umfange mit nach oben gekehrten Zähnen versehen ist, in welche das Getriebe eingreift. Das Centrum der Scheibe ist durch einen flachen und breiten Arm unterstützt und gehalten. Sie macht etwa 6 Umdrehungen in der Minute, so dass sie, da sie mit 20 Schneidstählen an ihrem Umfange besetzt ist, in der Minute etwa 120 Schnitte in das Kohl macht. Die Scheibe hat einen Durchmesser von 1,2 Meter und macht einen Schram von 1 Meter Tiefe, dessen Höhe, der Dicke der Scheibe entsprechend, 52 bis 78 Millimeter beträgt. Die Schramkohle wird von der Scheibe selbst herausgebracht; es ist aber zu empfehlen, den Schram einige Centimeter über der Sohle zu führen, um den Schramkohlen Platz zur Anhäufung zu lassen, was durch die Stellung der Scheibe über der Schienenbahn, auf welcher sich die Maschine bewegt, ohnehin geboten ist. Der Einbruch der Scheibe muss entweder an der Ecke eines Kohlenpfeilers geschehen oder bei vollem Stosse muss ein Loch gebohrt werden, in welches einer der Schneidstähle hineingreift. Diese letzteren sind 104 Millimeter lang und 19 Millimeter im Quadrat stark. Die Fortbewegung der Maschine und der Scheibe längs dem Kohlenstosse wird durch ein Seil ohne Ende bewirkt, dessen Seiltrommel von der Maschine je nach Bedürfniss schneller oder langsamer bewegt wird. Die Maschine wird während des Betriebes zum Schutze gegen darauf fallende Kohle u. s. w. mit einem Blechmantel bedeckt. Ein Mann genügt zur Bedienung der Maschine, ein zweiter folgt der Maschine, um, wo es nöthig, das unterschrämte Kohl zu unterstützen, ein Junge beobachtet die Schienen an den Stellen, wo die Maschine arbeitet, um derselben Festigkeit zu geben. Als Beispiele der Benutzung werden einige englische Gruben angeführt. Auf der Whitebank Kohlengrube bei Chesterfield wurde eine Maschine mit zwei Cylindern von 25 Millimeter Durchmesser und 314 Millimeter Hub benutzt, von welchen aus durch Pleielstangen das horizontale Rad bewegt wird; auf dem 1 Meter mächtigen Flötze führte man in 77 Minuten einen (70 Yards) 64 Meter langen, 1 Meter tiefen Schram[583]). Auf der Wharncliffe Silkestone Kohlengrube bei Barnsley in Yorkshire[584]) führte man in einem 1,465 Meter mächtigen

a. a. O. 1874. S. 4. — The Mining Journal. London. Vol. 42. p. 606; Vol. 44. p. 903; Vol. 45. p. 227; Vol. 46. p. 627; Vol. 47. p. 786; Vol. 48. p. 118. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 22. p. 24.

[583]) Der Berggeist. Köln 1872. S. 79.

[584]) Ebenda. 1872. S. 165. 279. — The Mining Journal. London. Vol. 42. p. 949.

Flötze in 135 Minuten einen Schram von (58 Yards) 53 Meter Länge und 1 Meter Tiefe und unterschrämte so eine Kohlenwand von 800 Kilogramm Gewicht.

4. Auf ganz gleichem Princip beruht die Maschine von Winstanley und Barker[585]). Auch hier ist eine Frässcheibe der Träger des schrämenden Arbeitszeuges, welche durch eine von comprimirter Luft betriebene Maschine mit zwei oscillirenden Cylindern mittelst Zahnradübertragung in Bewegung gesetzt wird. Die Frässcheibe befindet sich unterhalb des auf 4 Rädern ruhenden Gestells und ist in einem beweglichen Arm gelagert, so dass es besser als bei der vorbeschriebenen Maschine dem Kohlenstoss genähert werden kann und sich selbst ohne Vorbereitung Einbruch schafft; indem der Arm am anderen Ende ein gezahntes Segment trägt, in welches eine endlose Schraube mit Handrad greift, kann die Scheibe immer weiter an den Kohlenstoss herangedrückt werden, so dass ein Schram von ca. 1 Meter Tiefe und 78 Millimeter Höhe hergestellt wird. Die Weiterbewegung der Maschine auf dem Schienengeleise vor dem Ortsstoss erfolgt mittelst einer Handwinde, könnte aber auch, wie bei der Maschine von Gillot mittelst Seilbetrieb bewirkt werden. Die Höhe der Maschine beträgt 55 bis 60 Centimeter, das Gewicht 15 Centner. Nach den Angaben des Erfinders soll die Maschine bei mittelharter Kohle 22 Meter Kohle in der Stunde unterschrämen, bei weicherer Kohle sogar 27 Meter, wodurch die Arbeit von 30 Mann nach seiner Ansicht erspart werden soll. Die Maschine arbeitet bereits seit mehren Jahren auf der Platt Lane Grube in Lancashire, ebenso auf den Gruben bei Blanzy u. a. O., sehr befriedigend, ohne dass sie grosse Reparaturbedürftigkeit gezeigt hat; namentlich wird auch von ihr gerühmt, dass sie den Stückkohlenfall sehr begünstigt, indem die Schrammasse nur $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{3}$ von der bei Handarbeit gewonnenen beträgt. Ein Nachtheil bei dieser Maschine dürfte der sein, dass sie nur an der Streckensohle den Schram zu führen vermag. In neuerer Zeit ist die Maschine versuchsweise auch in Oberschlesien und Niederschlesien zur Anwendung gelangt, doch werden die Versuche noch fortgesetzt, ohne bis jetzt ein entscheidendes Resultat geliefert zu haben.

5. Der Maschine von Frederick Hurd & Simpson zu Rochdale[586])

[585]) Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins für Kärnthen. Klagenfurt 1874. S. 6. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1874. S. 32; Jhrg. 1877. S. 489. — Berg- u. hüttenm. Zeitschr. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1875. S. 208. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 19. p. 415; Vol. 22. p. 24. — The Mining Journal. London. Vol. 42. p. 734; Vol. 43. p. 1367; Vol. 44. p. 78. 903; Vol. 46. p. 627; Vol. 47. p. 786; Vol. 48. p. 118. — Broja in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 22 B. S. 167. — Ebenda. Bd. 24 B. S. 149.

[586]) Der Berggeist. Köln 1870. S. 7. — Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1870. S. 307. — Polytechn. Centralblatt. Leipzig 1870. S. 175. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1876. S. 99; Jhrg. 1877. S. 489. —

wird eine bedeutende Zukunft zugesprochen, weil sie die Fehler der bisherigen stossenden und schneidenden Maschinen vermeiden soll, nämlich der mit geradlinig schrämendem Werkzeug (Carret), welche wegen des leeren Rückganges in einer gegebenen Zeit zu wenig leistet, und der mit bogenförmig arbeitendem Werkzeug (Turley, Walker, Gillot), wobei das Schrämrad um so unbequemer wird, je tiefer der Schram geführt werden soll. Hurd will die Vortheile beider Systeme vereinigen, indem er das Werkzeug einen gestreckt elliptischen Lauf nehmen lässt und die erforderliche Beweglichkeit dadurch bewirkt, dass die Stahlschneiden zu Bestandtheilen einer gegliederten Kette, wie es schon von Peace im Jahre 1853 vorgeschlagen war, gemacht werden, welche in Leitungen und mittelst eigenthümlich gebauter Kettenrollen geführt und gegen die zu unterschrämende Bank angedrückt werden. Die Schramführung soll stetig und ununterbrochen vor sich gehen; der Angriff der Schneidewerkzeuge kann an der Sohle des Orts erfolgen; das die Kette führende Gestell nimmt nur wenig Raum ein, so dass ein niedriger Schram gemacht werden kann, und zugleich besitzt der ganze Mechanismus viel Bequemlichkeit für die Verstellbarkeit und Leitung des Angriffs. Die Maschine soll in dem Distrikt von Wigan mehrfach zur Anwendung gelangt sein und dort befriedigende Resultate ergeben haben, indem daselbst binnen einer Stunde ein Schram von (30 Yards) 27 Meter Länge ca. 1 Meter tief geführt wurde[587]).

6. Die vorstehende Maschine hat Nachahmung gefunden in der Construction der Maschinenfabrik von Staněk und Reska in Prag und ist erfolgreich angewendet auf dem Jakobschachte bei Mährisch-Ostrau[588]), so wie auf dem Steinsalzwerk zu Wieliczka[589]), wo sie zum Schrämen und Schlitzen benutzt wird. Für die Maschine, Fig. 198. 199, dient ein gusseisernes mit Laufrädern a a versehenes Gestell A als Fundamentrahmen. Die Kolben der beiden liegenden Cylinder BB, welchen durch den Schlauch z die comprimirte Luft zugeführt wird und deren Kolbenhub 304 Millimeter bei 152 Millimeter Durchmesser beträgt, wirken auf die Kurbelscheiben b b der Triebwelle C. Die Schnecke dieser Welle greift in das Schraubenrad c der verticalen Welle D ein, deren Zahnrad d vermittelst der Uebsetzung der Zahnräder e und f (letzteres auf der Achse E) das Schrämrad F in Umdrehung versetzt. Auf den zwanzig Zähnen am Umfange des Schrämrades sind die Messer, welche den Schram aus dem Gestein der Flötze herausarbeiten, dergestalt angebracht, dass dieselben

The Mining Journal. London. Vol. 42. p. 606; Vol. 43. p. 788; Vol. 44, p. 334. 903; Vol. 46. p. 215.

[587]) The Mining Journal. London. Vol. 43. p. 1367.

[588]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1877. S. 489. — The Engineering and Mining Journal. London. Vol. 26. p. 417.

[589]) Ebenda. S. 277. — The Mining Journal. London. Vol. 47. p. 1255. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 25. p. 362.

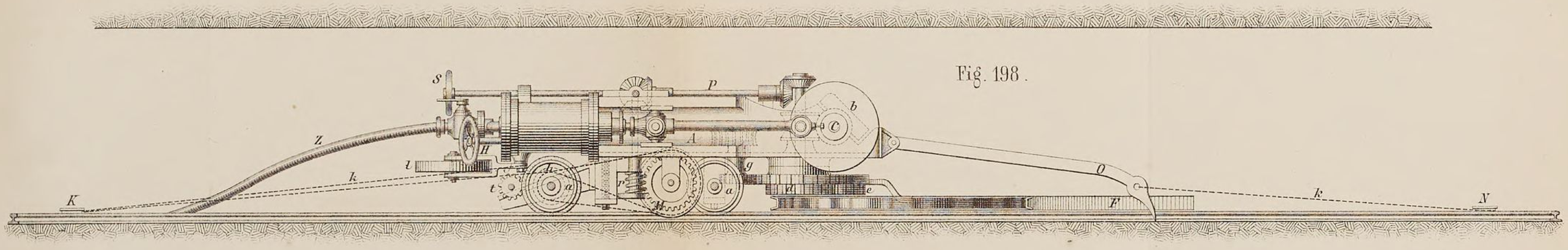


Fig. 198.

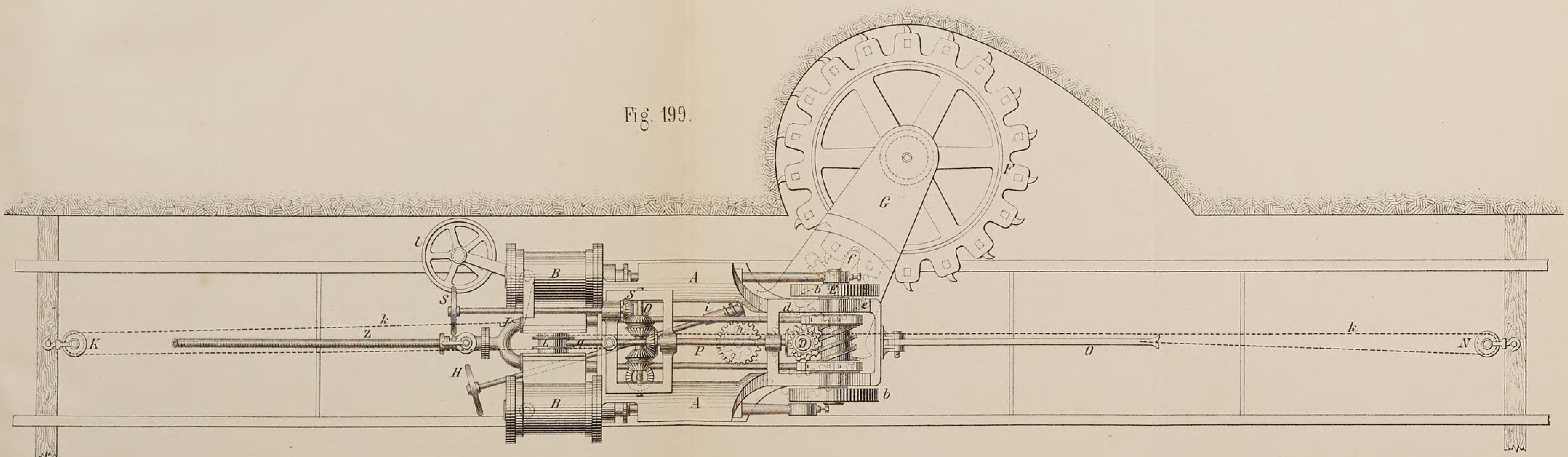


Fig. 199.

Geogr. lith. Inst. u. Steindr. v. W. Greve, Kgl. Hoflith, Berlin.

von den fünf Zähnen des Rades f nicht berührt werden. Das Schrämrad dreht sich um ein konisches Mittelstück oder Zapfen, welcher am Ende des lose auf der Achse D sitzenden radialen Armes G befestigt ist. Dieser Arm, welcher auch die Achse E trägt, ist mit einem Zahnradsegment versehen, in welches das Getriebe g eingreift. In das Schneckenrad h an der Achse des Getriebes g greift die Schnecke i, welche mittelst des Handrades H bewegt werden kann. Der Arm G kann auf diese Weise nach rechts oder links bewegt, und daher, wenn sich derselbe vor Beginn des Schrämens in einer der Schienenbahn parallelen Lage befunden hat, allmälig in die normale Stellung während des Schrämens, wie solche die Zeichnung angiebt, gebracht werden. Das Vorrücken der Maschine geschieht mit Hülfe der am Winkelhebel J befestigten Kette k, welche um die an einem Stempel angebrachte Rolle K, von da über die Trommel L nach der Trommel M, dann wieder zurück nach der Trommel L, von da nochmals unter der Trommel M hinweg um die ebenfalls an einem Stempel befestigte Rolle N nach dem Sperrhebel O geht. Wird die Kette angezogen, so wird die Leitrolle C gegen den Kohlenstoss gedrückt, wodurch der Maschine während des Fortrückens grössere Stabilität gegeben werden soll. Bei etwaigem Abreissen der Kette fällt der Sperrhebel O nieder und verhindert hierdurch auf ansteigender Schienenbahn das Zurücklaufen der Maschine. Die selbstthätige Fortbewegung derselben wird nun dadurch bewirkt, dass die Bewegung der durch die Hauptwelle C in Umdrehung versetzten stehenden Welle D durch konische Zahnräder der liegenden Welle P und Q auf eine stehende Welle übertragen wird, deren Schnecke r in das Zahnrad der Trommel M eingreift. Die Welle Q ist zum Zwecke des Umsteuerns mit einer Kuppelmuffe, welche mittelst des Handhebels q ein- und ausgerückt wird, versehen. Zum eventuellen Vor- und Rückwärtsbewegen der Maschine von Hand dient das Handrad S, welches sich mit dem Getriebe s auf ein und derselben Welle befindet. Zur Fortbewegung der Maschine von Hand ist ausserdem an einem der anderen Laufräder (a) ein Zahnkranz angegossen, in welchen das Getriebe t eingreift, dessen Achse durch eine (auf der Zeichnung weggelassene) aufgesteckte Kurbel bewegt werden kann. Da die Höhe der Maschine 76 Centimeter beträgt, so kann dieselbe in Flötzen von 90 Centimeter Mächtigkeit an verwendet werden. Vor dem Kohlenstoss beansprucht die Maschine einen Raum von 1 Meter Breite. Bei möglichst ebenem Kohlenstoss und genau gelegter Schienenbahn lässt sich ein Schram von 86 Centimeter Tiefe herstellen. Die Höhe desselben beträgt 65 Millimeter. Die Höhe des Fundamentrahmens der Maschine über den Achsen der Laufräder kann durch Stellschrauben um 13 Centimeter verändert werden, und es ändert sich dementsprechend die Stelle des Schrams im Flötze. In der tiefsten Stellung der Maschine liegt die Schramsohle 8 Centimeter über der Schienenbahn der Maschine. Das Gewicht der Maschine beträgt 28 Centner. Das Schramrad, der Arm, welcher das Schramrad trägt, die Getriebe zur Bewegung

desselben und zum Fortrücken der Maschine sind nach ungünstigen Erfahrungen mit Gusseisen jetzt aus Gussstahl angefertigt.

Auf dem Jakobschachte wird ein mässig festes Flötz von 12 bis 15 Grad Einfallen mit reiner Kohle unterschrämt, das Flötz ist 68 Centimeter mächtig, es werden aber noch 15,7 Centimeter Dach mitgenommen, so dass der Strebstoss 83,7 Centimeter hoch ist. Die Uebersetzungsverhältnisse der Getriebe waren nach verschiedenen Versuchen so gestellt, dass bei 90 Umdrehungen der Hauptwelle C in der Minute das Vorrücken der Maschine 235 Millimeter betrug, nachdem sich herausgestellt hatte, dass ein Vorrücken von 314 Millimeter in der Minute zu schnell, von 157 Millimeter zu langsam war. In 18 Minuten wird ein Schram von 0,80 Meter Tiefe, 4 Meter Länge geführt, also eine Bank von 3,2 Quadratmeter unterschrämt, wobei die comprimirte Luft, welche als Betriebskraft dient, 4 Atmosphären Ueberdruck hatte. Die Maschine zeichnet sich durch einen sehr ruhigen, regelmässigen Gang vor anderen Schrämmaschinen aus, weil sie festeingespannt ist und sich in Folge dessen seitlich nicht bewegen kann. Zur Bedienung der Maschine sind 3 Arbeiter erforderlich, von denen der eine die Maschine wartet, der zweite die unterschrämte Bank durch Holzklötze unterstützt und die Schramberge beseitigt, der dritte den Luftführungsschlauch beim Vorrücken der Maschine regulirt und Hilfe leistet.

7. In neuerer Zeit ist gleichfalls eine auf der Anwendung einer Kette ohne Ende mit eingesetzten Schneiden beruhende Maschine von Alexander Baird zu Gartsherrie angegeben und Gledhill zu Newcastle patentirt, welche, weil sie in den Gruben der Gartsherrie Eisenwerke seit mehren Jahren eingeführt ist, Gartsherrie-Maschine genannt wird[590]). Auf einem vierräderigen Wagengestell ruht der Cylinder von 22 Centimeter Durchmesser und 31 Centimeter Hub, welcher mittelst comprimirter Luft betrieben wird; die von der Kolbenstange bewegte Kurbelachse geht in Lagern, welche auf dem Rahmen des Gestells angegossen sind. Die Achse trägt ein Schwungrad und ein Excentrik, welches letztere zum Zwecke der selbstthätigen Fortbewegung der Maschine vor dem Ortstosse dient. Zur Bewegung der Kette ist an der Achse, überhängend über das Gestell, ein Getriebe angebracht, welches durch weitere Räderübertragung eine verticale Achse in Umdrehung setzt, die an ihrem unteren Ende das Kettentriebrad trägt, um welche die Kette mit den Schneideapparaten führt. Alle diese Räder sind aus Bessemerstahl gefertigt. Die Kette trägt 9 Werkstähle von 45 Millimeter Breite, welche je mit zwei Bolzen an ein Kettenglied befestigt sind. Der Arm oder Ausleger, welcher die Kette trägt, ist angebolzt und

[590]) Der Berggeist. Köln 187. S. 153. — Zeitschr. des berg- und hüttenm. Vereins für Kärnthen. Klagenfurt 1874. S. 7. — The Mining Journal. London. Vol. 42. p. 688; Vol. 43. p. 1367; Vol. 44. p. 77. 903; Vol. 46. p. 627; Vol. 48. p. 118. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 22. p. 24. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1877. S. 472.

besteht aus zwei Theilen, dem eigentlichen Arm und dem Endstück, deren Längenentfernung durch eine Stellschraube mit Mutter nach Bedürfniss verändert werden kann. Die Fortbewegung der Maschine erfolgt, wie bereits bemerkt, selbstthätig auf Schienen aus schmiedbarem Gusseisen auf eisernen Schwellen; die Schienen sind 1 Meter lang und können leicht verlegt werden. Die Maschine wird in zwei Höhen von 78 Centimeter und von 52 Centimeter gefertigt, ist also für die schmalsten Flötze brauchbar. Von den drei nöthigen Arbeitern wartet einer die Maschine, der zweite legt die Schienen vor die Machine, der dritte beseitigt die Schiene hinter der Maschine. Die Leistungen betragen ca. 115 Meter in der 8 bis 9 stündigen Schicht, wobei der Schram ca. 1 Meter tief geführt wird. Die Maschine ist auf den Kohlen-, wie Eisensteingruben der Gartsherrie Eisenwerke in regelmässigem Betriebe und ist für den Bau dieser Maschine eine besondere Maschinenwerkstatt in Gartsherrie errichtet. Die Maschine gelangte auf der Ausstellung in Philadelphia zur Ansicht und sollte in Amerika eingeführt werden[591]).

8. Unter vielen ähnlichen Maschinen sei hier beispielsweise noch die in Amerika eingeführte von Brown[592]) erwähnt, welche wie die letzt beschriebenen die Arbeitstheile auf einem Rade trägt; dieselbe hat in sofern eine Aenderung erfahren, als statt des Rades eine Zahnkette eingeführt wurde; in solcher Gestalt war sie auf der Ausstellung zu Philadelphia ausgestellt[593]).

Von den zahlreichen anderen Erfindungen dieser Art seien nur erwähnt die Schrämmaschine von Payton & Holmes[594]), welche den Schram sägen soll, die Schrämmaschine von v. Balzberg mit einem Fräsapparat[595]), die von Lechner, welche bei Versuchen auf Mathildegrube in Oberschlesien sehr unbefriedigende Resultate ergeben hat[595a]), u. a. m.

Im Allgemeinen ist zu bemerken, dass die Schrämmaschinen sich nur für Flötze von mittlerer Mächtigkeit von 1 bis 1¼ Meter, mit hartem Schram, gutem Dach und flacher Lagerung eignen; sie bedürfen lange Arbeitsstösse, sind also hauptsächlich für Strebbau oder dem ähnliche Abbaumethoden berechnet. Die localen Verhältnisse werden allein über ihre Anwendbarkeit entscheiden und jeder einzelnen Lagerstätte muss die Construction der Maschine und ihre Handhabung angepasst werden. Die Maschinen mit

[591]) Dingler polyt. Journal. Bd. 221. S. 393.

[592]) The Mining Journal. London. Vol. 43. p. 947; Vol. 45. p. 348. 371.

[593]) The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 24. p. 365. — Althans Ausstellungsbericht a. a. O. S. 26.

[594]) Althans a. a. O. S. 27. — Berg- u. hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer. 1876. S. 162. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1877. S. 472. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 21. p. 228.

[595]) v. Hauer, berg- u. hüttenm. Jahrb. der österr.-ungar. Bergakademien. Wien. Bd. 25. S. 127.

[595a]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 31 B. S. 189.

hauendem Arbeitszeug sind gegen die anderen im Nachtheil, weil sie langsamer arbeiten, indem mehr als die Hälfte der Zeit zum Ausheben des Armes verloren geht; doch ist die Maschine von Firth für besonders harte Kohle und im Gestein zum Schrämen geeignet. Von den rotirenden Maschinen mit schneidendem Arbeitszeug empfiehlt sich die von Winstanley dadurch, dass beim etwaigen Herunterbrechen der Kohle während des Schrämens die Frässcheibe sich selbst wieder herausarbeiten kann, während bei der Maschine von Gillot und Copley und der Gartsherrie-Maschine die schneidenden Theile losgeschraubt und in der Kohle stecken bleiben müssen, bis diese hinweg geräumt ist. Bei dieser Maschine erhält auch die Frässcheibe ihren Betrieb am mechanisch richtigsten Punkte, dem äussersten Umfange derselben und auch auf dem kürzesten Wege, ohne Räderübertragung direct von der rotirenden Achse, während z. B. bei der Gartsherrie-Maschine die vielen Maschinentheile von Nachtheil sind. Die Winstanley'sche Maschine zeichnet sich auch dadurch aus, dass die Scheibe schneller geht, als bei Gillot & Copley, dadurch mehr Moment erhält und ihre Wirkung mehr der einer Fräse gleich wird. Der Maschine von Winstanley müsste noch, was nicht schwierig wäre, die Selbstthätigkeit beim Vorrücken gegeben werden, um sie vollkommener zu machen. Jedenfalls entspricht von den vielen Constructionen — in England sind mehr als 100 Patente auf Schrämmaschinen genommen — noch keine vollkommen den zu machenden Ansprüchen, um sie allgemein einzuführen.

Am vortheilhaftesten wird es sein, wenn man durch Schiessen des Einbruchs auch bei der Gewinnung der Kohlen und anderer Mineralien das Schrämen gänzlich und mit diesem die immer einen zweifelhaften Werth behaltenden Schrämmaschinen erübrigen kann. Bereits oben S. 321 wurde erwähnt, wie man auf der Königsgrube in Oberschlesien das Unterschrämen der mächtigen Kohlenpfeiler aufgegeben hat und den Einbruch durch Schiessen herstellt[596]). Desgleichen ist bei dem Stassfurter Steinsalzbergbau die Schrämarbeit durch Einbruchschiessen verdrängt worden, wobei man sich zum Bohren der Lisbet'schen Bohrmaschine bedient[597]). Auch bei der Gewinnung des Kupferschieferflötzes im Mansfeldischen[598]) ist man von der Schramführung mittelst Keilhaue in einzelnen, sich dazu eignenden Revieren abgegangen und gewinnt die Schiefern direct durch Schiessarbeit, indem man über dem Flötze die 25 bis 30 Grad geneigten Bohrlöcher ansetzt, wodurch man allerdings genöthigt ist, die Ortung höher, als beim gewöhnlichen Betriebe, 0,994 bis 1,046 Meter, zu nehmen, was eine grössere Bergegewinnung bedingt, dennoch hat sich diese Betriebsmethode als recht vortheilhaft erwiesen.

[596]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Berlin. Bd. 20 B. S. 346.

[597]) Ebenda.

[598]) Erdmenger ebenda. Bd. 19 B. S. 250.

III. Maschinen zur Gewinnung unter Vermeidung der Schiessarbeit.[599])

Auf Steinkohlengruben, welche schlagende Wetter führen, ist die Gewinnung mittelst Schiessarbeit mit Gefahren verknüpft, welche trotz aller angewendeten Vorsicht beklagenswerthe Explosionen herbeiführen können und herbeigeführt haben. Es müssen daher Bestrebungen zur Herstellung von Maschinen, welche bei der Gewinnung der Kohlen die Schiessarbeit erübrigen, mit Genugthuung begrüsst werden, zumal bei einer möglichen Anwendung derselben der Stückkohlenfall ein grösserer sein wird, als wenn die Gewinnung durch Schiessarbeit erfolgt und ausserdem auch die Erschütterungen, welche die Schiessarbeit mit sich bringt, vermieden werden, wodurch Beschädigungen der Zimmerung und Hereinfallen des Dachgebirges, sowie die dadurch veranlassten häufigen Unglücksfälle verringert werden.

Schon vor mehr als zwanzig Jahren war George Elliot in Newcastle bemüht, eine solche Maschine zu construiren, indess ohne Erfolg. Anfänglich füllte er die gewöhnlichen Bohrlöcher in der Kohle statt mit Pulver und Besatzmaterial mit gebranntem Kalk, dessen Volumvermehrung bei Aufnahme von Wasser die Lösung der Kohle bewirken sollte, doch war die Wirkung viel zu langsam und zu schwach. Diese Versuche sind sogar in neuerer Zeit wieder aufgenommen worden[600]); es wird unten darauf zurückzukommen sein. Ebenso wenig erfolgreich war sein Versuch, durch ein in das Bohrloch dicht eingefügtes Rohr Wasser einzupressen. Dasselbe fand durch Ablösungen und Spalten in der Kohle einen Ausweg und wirkte nicht mit seinem Druck zur Lösung der Kohle.

Später versuchte Cochrane die Wirkung eines Keils, welchen er mittelst einer Schraube zwischen zwei andere in das Bohrloch gesteckte, mit der Schneide nach Aussen gerichtete Keile einpresste; er vermochte aber die beiden Keile nicht weiter, als 20 Millimeter, auseinander zu treiben, was nicht genügend ist.

In ähnlicher Weise benutzte Farum den Keil, indem er einen solchen einfach mit dem Hammer in das Bohrloch eintreiben wollte; der Erfolg war ein mangelhafter.

Auch Bartholomew[601]) brachte im Jahre 1864 in ein vorgebohrtes Loch einen Keil, füllte den Zwischenraum zwischen Keil und Bohrlochs-

[599]) Nasse: Notizen über Maschinen, welche die Schiessarbeit bei der Kohlengewinnung ersetzen sollen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17 B. S. 416. — Berggeist. Köln 1870. S. 527. — Dingler polyt. Journal. Bd. 198. S. 468. — The Mining Journal. London. Vol. 44. p. 903.

[600]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1879. S. 132-140. — Thonindustriezeitung. Berlin 1879. S. 191.

[601]) The Mining Journal. London. Vol. 47. p. 758; Vol. 48. p. 251.

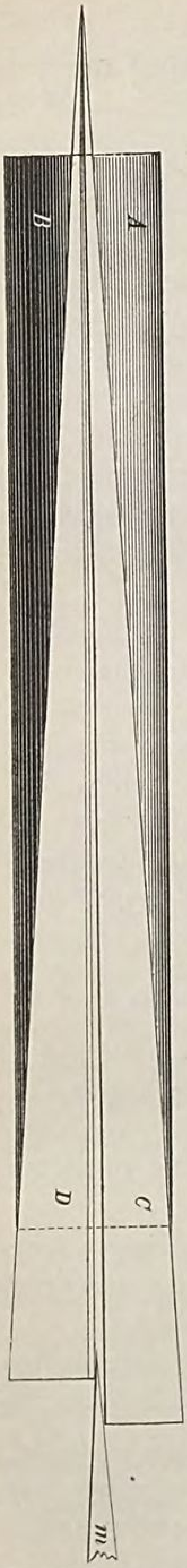


Fig. 200.

wand mit festgestampftem Kohlengrus oder Letten aus und liess irgend eine Kraft auf den Keil wirken. Auch dieses Verfahren ist nicht von Erfolg begleitet gewesen.

G. W. Elliott wendet den Keil für einfache Handarbeit an. In ein 5 Centimeter weites Loch werden die cylinderischen Keile A B, Fig. 200, eingesetzt, in den keilförmigen Raum legt man den Keil D ein, worauf der Keil C mittelst schweren Fäustels nachgetrieben wird, wodurch die vorher unterschrämte Kohlenbank abgetrieben werden soll. Erfolgt das Hereingehen der Bank nicht, so kann noch durch Eintreiben des Keils m zwischen C und D nachgeholfen werden[602]).

Grafton Jones[603]) wandte zuerst im Jahre 1867 die hydraulische Presse an, indem er aus einem in das Bohrloch passenden Rohre eine Anzahl kleiner cylinderförmiger, zu je zwei diametral einander gegenüberliegender Kolben rechtwinkelig zur Längsrichtung des Rohres gegen die Bohrlochswände presste; jeder Kolben hatte einen Hub von 33 Millimeter, im Ganzen hatte man also einen Hub von 66 Millimeter, welcher nur in sehr seltenen Fällen ausreicht, eine Lösung der Kohlen zu bewirken.

Ch. J. Chubb[604]) construirte im Jahre 1868 eine Maschine, welche sich von der vorigen nur dadurch unterschied, dass in dem Rohre ein einziger langgestreckter, ebenfalls rechtwinkelig zur Achse des Rohres sich bewegender Kolben angebracht war; hier betrug der Hub in einem 118 Millimeter weiten Bohrloche nicht mehr als 33 Millimeter und blieb daher ohne Wirkung. Demnächst aber änderte Chubb den Apparat in der Weise, dass er, wie Grafton Jones, kleine cylinderförmige Kolben, jedoch nur nach einer Seite thätige in das Gehäuse einsetzte, hierzu statt eines Rohres einen Cylinder, an welchem an zwei Seiten die Segmente abgeschnitten sind, wählte, um auf eine grössere Fläche den Druck zu vertheilen, sowie um das Gehäuse mit den Kolben, namentlich falls diese den Hub ohne Erfolg zurückgelegt haben, leichter aus dem Bohrloche herausziehen zu können, endlich auch um das Undichtwerden der Kolben in Folge von Verunreinigungen ihrer Sitze zu verhindern.

602) Ebenda. Vol. 47. p. 814; Vol. 48. p. 251.

603) The Mining Journal. London. Vol. 39. p. 881; Vol. 47. p. 758; Vol. 48. p. 251. — Der Berggeist. Köln 1870. S. 47; Jhrg. 1872. S. 279.

604) The Mining Journal. London. Vol. 47. p. 758; Vol. 48. p. 251.

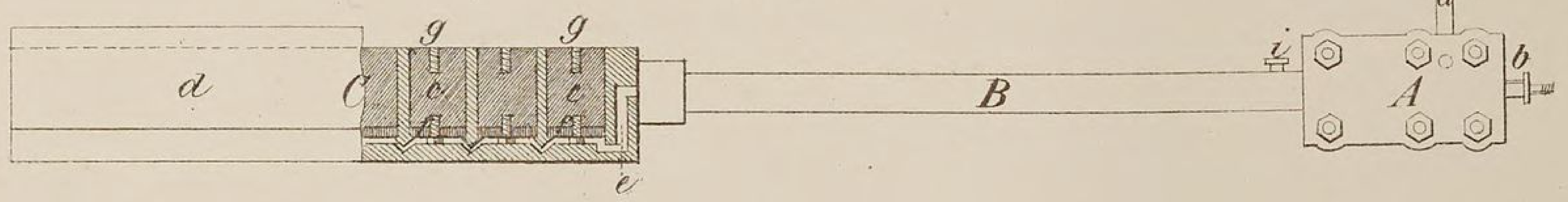


Fig. 202.

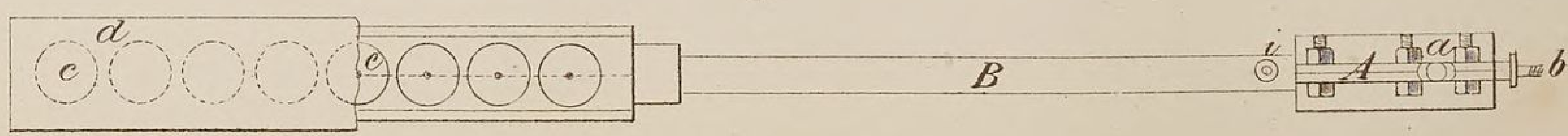


Fig. 203.

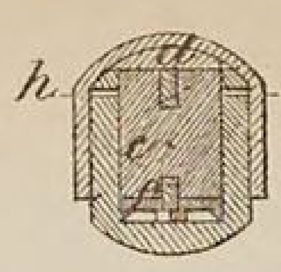


Fig. 204.

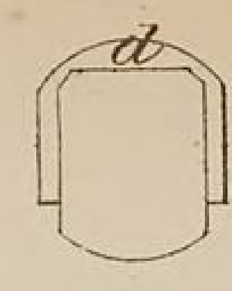


Fig. 205.

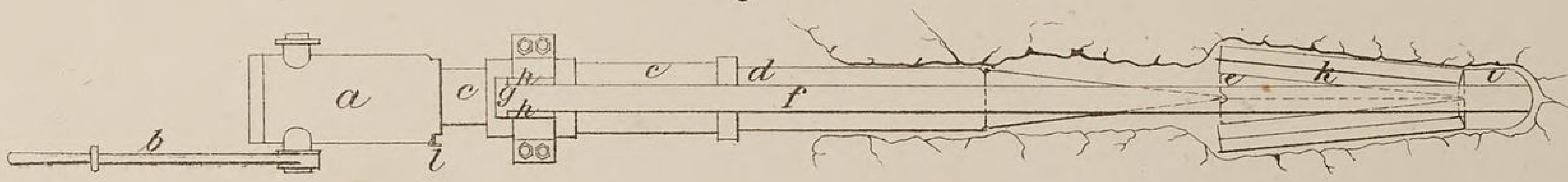


Fig. 206.

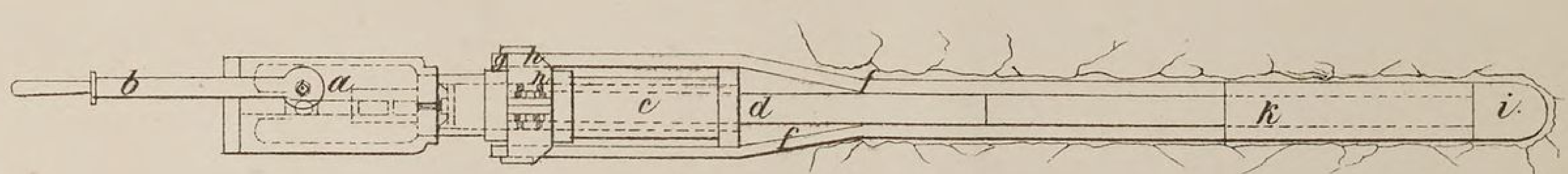


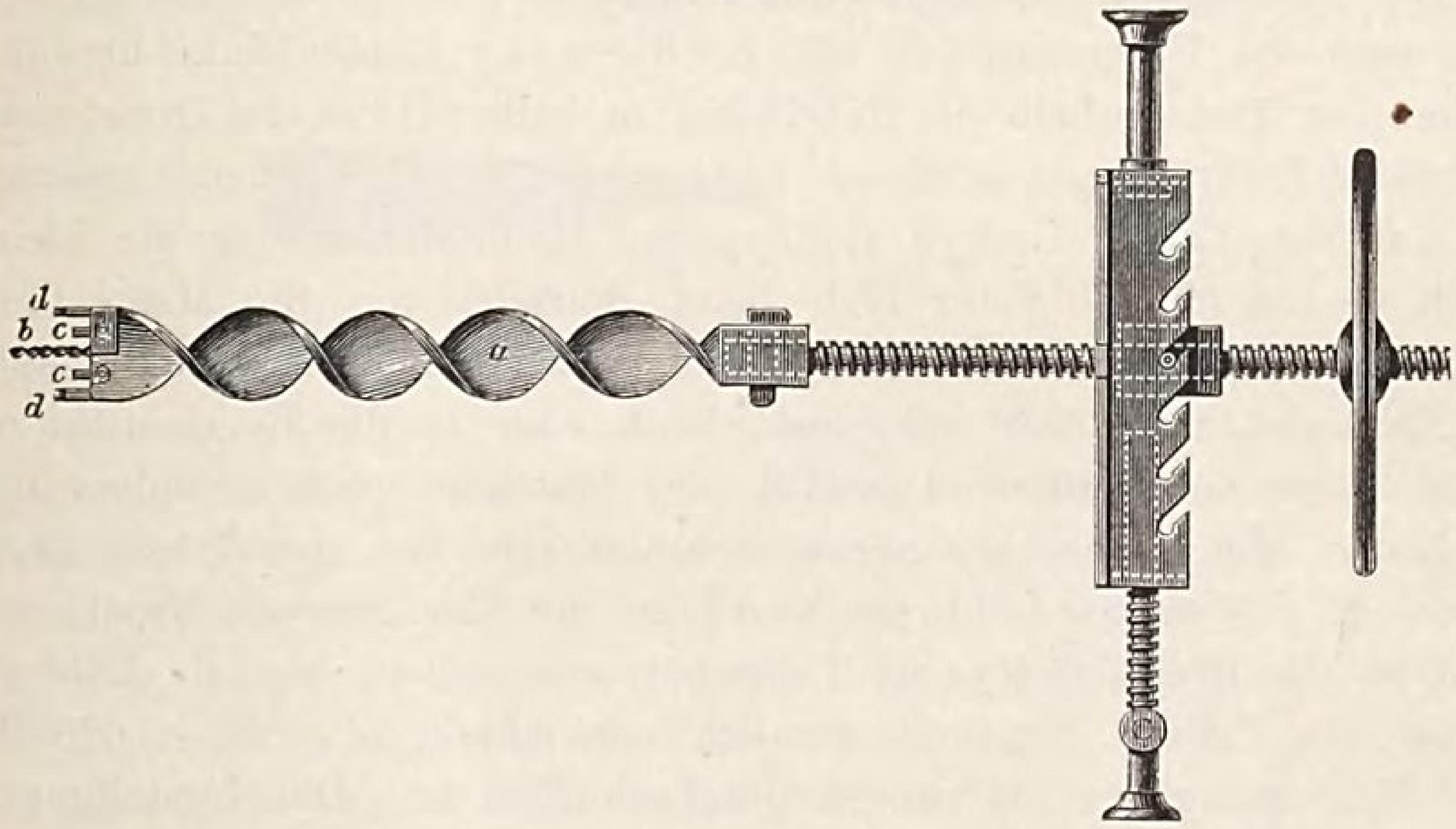
Fig. 207.

(zu Seite 425 bis 427.)

Solche Maschinen sind auf Steinkohlengruben in Süd-Wales zur Anwendung gelangt: eine grössere mit 78 Millimeter Hub und einem 147 Millimeter weiten Bohrloche und eine kleinere mit 59 Millimeter Hub und einem $117^2/_3$ Millimeter weiten Bohrloche.

Die Bohrlöcher stellt Chubb mit einer Handbohrmaschine, ganz ähnlich der von Lisbet her, von welcher sie sich im Wesentlichen dadurch unterscheidet, dass der Bohrer selbst eine andere Construction erhält, welche der Erfinder der grösseren Durchmesser seiner Bohrlöcher wegen für nothwendig erachtet. An dem Ende der auch bei Lisbet vorhandenen pfropfenzieherartigen Stange a sind in dem aus Stahl gefertigten Blatt (Fig. 201) fünf Spitzen eingesetzt: die Centrale b in der Form eines

Fig. 201.



Schlangenbohrers, daneben 2 kleinere c c und am Ende 2 grössere d d meisselförmige Zähne. — Nach Herstellung des Bohrlochs wird in dasselbe die hydraulische Presse eingeführt. (Fig. 202 Seitenansicht und zum Theil Längenschnitt, Fig. 203 obere Ansicht, zum Theil nach Hinwegnahme des Deckels, Fig. 204 Querschnitt, Fig. 205 Vorderansicht.) Die Maschine besteht aus drei Theilen. A ist eine Druckpumpe mit dem Schwengel a, welcher durch Anstecken eines Rohres verlängert werden kann, und mit dem Ansatzrohr b, an welches ein Gummischlauch als Saugrohr angeschraubt wird. B ist ein aus Stahl gefertigtes Rohr zur Verbindung mit dem gleichfalls aus Stahl gefertigten 654 Millimeter langen Gehäuse C, in welchem sich 8 Presskolben c c von je 65 Millimeter Durchmesser befinden und welches mit dem Deckel d geschlossen ist. Das Wasser tritt aus dem Rohr B durch den Kanal e unter die Kolben, deren Liderung aus einer tellerförmig gepressten, an das untere Kolbenende angeschraubten Lederscheibe f besteht. In der oberen Fläche der Kolben befinden sich Hohlgewinde g, um sie mittelst eines Schraubenbolzens aus ihren Sitzen leicht herausnehmen zu können. Damit die Kolben durch den Wasserdruck nicht

ganz aus ihren Sitzen herausgetrieben werden und auch dieser Druck, sobald die Kolben den zulässigen Hub vollendet haben, nicht überflüssig vermehrt wird, sind die Löcher hh in den Wänden angebracht, durch welche das Wasser entweichen kann. Um die Kolben nach erfolgter Wirkung wieder in ihre ursprüngliche Stellung zurückzubringen, muss dem Wasser der Austritt aus dem Rohre B bei i gewährt werden. Die grössere Maschine ist auf einen Druck von 439 Kilogramm auf 1 □ Centimeter construirt, auf sämmtliche 8 Kolben von $268^1/_2$ □ Centimeter Fläche beträgt der Maximaldruck 117750 Kilogramm; die kleinere Maschine für $117^2/_3$ Millimeter Bohrlochsweite enthält 12 Kolben von 39 Millimeter Durchmesser und lässt einen Maximaldruck von 1754 Kilogramm auf 1 □ Centimeter, im Ganzen also von 254000 Kilogramm zu.

Chubb will mit seinen Maschinen nicht nur das Pulver beseitigen, sondern auch das Unterschrämen und Schlitzen der Kohlenbänke überflüssig machen; er lässt deshalb die Bohrlöcher in halber Höhe des Ortsstosses in diagonaler Richtung gegen diesen und gegen die Sohle geneigt ansetzen.

Auf der Lower Duffryn Colliery bei Mountainash war die kleinere Maschine mit 59 Millimeter Hub beim Betriebe von $8^1/_2$ Meter breiten Strecken in $1^1/_2$ Meter mächtiger Kohlenbank versuchsweise in Benutzung. Die Kohle ist zwar nicht sehr fest, kann aber in der Regel nicht ohne Pulver gewonnen werden. Der Hub der Maschine genügte indess nicht, die Kohle ohne vorhergegangene Schramarbeit aus dem Stoss herauszubrechen. Günstiger sind die Versuche mit der grossen Maschine auf der Bute Merthyr Colliery bei Treherbert ausgefallen, wo die Kohle des bearbeiteten Flötzes hart und ziemlich regelmässig in etwa je 628 Millimeter Entfernung von Ablösungen durchschnitten ist. Die Herstellung des Bohrlochs und die Anwendung der Presse dauert etwa $^1/_2$ Stunde, wobei die Kohle wenigstens so weit zerklüftet wird, dass, obgleich der Stoss bei den Versuchen nicht unterschrämt war, die vollständige Hereingewinnung ohne Schiessarbeit erfolgen konnte, wodurch das Gedinge um ein Viertel heruntergesetzt werden kann.

Gleichfalls unter Anwendung von hydraulischem Druck ist im Jahre 1868 eine andere Gewinnungsmethode durch Samuel Parker Bidder und John Jones[605]) versucht worden und zwar auf der Harecastle Colliery bei Harecastle in North-Staffordshire, wo zwei Maschinen versucht sind, eine für ein Bohrloch von 948 Millimeter Durchmesser mit einem Presskolben von 785 Millimeter und einem Druck von 15000 Kilogramm und eine grössere für ein Bohrloch von 1,255 Meter Durchmesser und einem Druck

[605]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. a. a. O. Bd. 17. — The Mechanics' Magazine. Vol. 89. S. 499; Vol. 91. S. 404. — Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1870. S. 249. — The Mining Journal. London. Vol. 47. p. 758; Vol. 48. p. 251. — Zeitschr. des berg- und hüttenm. Vereins für Kärnthen. Klagenfurt 1874. S. 45. — The Mining Journal. London 1869. S. 431. 505.

von 25000 Kilogramm auf den gleich grossen Presskolben. Der angewendete Bohrer ist auch hier ein Schlangenbohrer mit vorwegarbeitender Spitze, welcher, nach Art der Einrichtung von Lisbet, in die Kohle eingedreht wird.

Der Apparat geht aus den Figuren 205 bis 209 hervor. Im Innern des luftdicht verschlossenen Reservoirs a befindet sich die Pumpe, deren Kolben von 20 Millimeter Durchmesser mittelst des Hebels b bewegt wird; in dem Rohr c läuft der Presskolben, welcher sich in den Stempel d verlängert und durch diesen auf den Keil e e, welcher, der Länge nach halbirt, die Einführung eines zweiten und nöthigenfalls eines dritten gestattet, den mittelst der Pumpe erzeugten Druck ausübt. Das stimmgabelförmig gebogene Stahlband ff, dessen T förmige Enden gg, während die hydraulische Presse arbeitet, in den auf das Kolbenrohr c aufgezogenen mit den Nasen hh versehenen Ring eingelegt wird, bildet das Widerlager für die

Fig. 208.

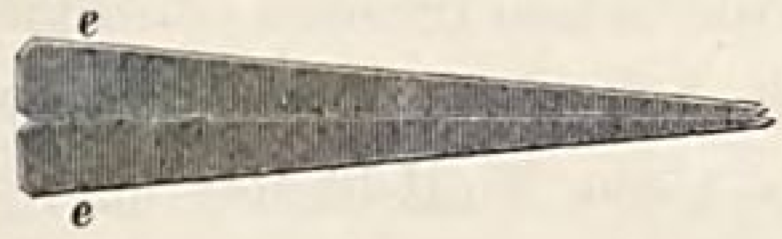


Fig. 209.



Pumpe. In den halbkreisförmigen Theil des Stahlbandes f passt das cylinderförmige Kopfstück i, auf welchem die Wangen kk von gleicher Länge, wie die Keile, aufsitzen. Diese mit dem Stahlband das Bohrloch ausfüllenden Wangen übertragen, indem sie von den Keilen auseiandergetrieben werden, den Seitendruck derselben auf die Wand des Bohrlochs. Sobald die Schneiden des zuerst angewandten Doppelkeils ee das Kopfstück i erreicht haben, ohne dass die beabsichtigte Wirkung erfolgt ist, treibt man einen zweiten Keil ein, zu welchem Ende das Stahlband f von dem Kolbenrohr der Presse gelöst und der Kolben der letzteren in seine anfängliche Stellung zurückgeführt wird. Die Keile sind 392 Millimeter lang und an der Basis $78\frac{1}{2}$ Millimeter breit; die beiden Hälften des Doppelkeils ee bilden zusammen einen Keil von solchen Dimensionen. Bei dem Anpressen des Kolbens bildet sich in dem Reservoir a hinter dem Kolben ein luftverdünnter Raum, in Folge dessen der Presskolben d, wenn man das Rohr c und das Reservoir a durch Oeffnen des Hahnes l in Fig. 206 in Communication setzt, beim Stillstande der Maschine einen Theil seines Weges von selbst zurücklegt.

Auf der Harecastle Colliery wird ein 12 bis 14 Grad einfallendes Flötz gebaut, welches am Dach 628 Millimeter weiche, unreine Kohle führt, die darunter folgenden $1\frac{1}{2}$ Meter führen reines, nicht allzu festes Kohl, welches sich aber ohne Anwendung von Pulver nicht von der Sohle löst. Mit der beschriebenen Maschine erfolgt die Gewinnung in der Weise, dass man am Dache schrämt und die unreine Kohle beseitigt; an einer Pfeilerecke hat man ein auf drei Seiten freigelegtes etwa $1\frac{1}{2}$ Meter langes und $1\frac{1}{4}$ Meter breites Parallelepiped, zu dessen Gewinnung auf der Sohle senkrecht unter dem Ende des Schrames mittelst der Bohrmaschine ein

1¼ Meter tiefes Loch binnen einer halben Stunde gebohrt wird. In das Bohrloch wird der Keil innerhalb des Stahlbandes eingesetzt und mittelst des Presskolbens eingetrieben, wenn nöthig ein zweiter Keil, selten ein dritter, wodurch der freigelegte Kohlenkörper abgelöst und zerklüftet wird. Die Maschine wird von einem Arbeiter bedient.

Die Versuche haben zwar herausgestellt, dass das Gedinge für die Gewinnung der Kohlen etwas hat erhöht werden müssen, dass aber diese Kostenvermehrung durch den um 20 Procent reichlicheren Gewinn von Stückkohlen übertroffen wird, so dass sich die Anwendung der Maschine als vortheilhaft herausstellt.

Es scheint, als ob die Leistungsfähigkeit und praktische Anwendbarkeit der Maschine von Bidder und Jones grösser ist, als der von Chubb. Der grösste Uebelstand der letzteren besteht in der Reihe von Kolben, welche schwer dicht zu erhalten sind, auch macht sie weitere Bohrlöcher erforderlich, welche grössere Kosten veranlassen, endlich sind die Anschaffungskosten der Maschine auch höher, zumal die eigentliche Pumpe bei der Maschine von Jones für mehrere Bohrlöcher nach einander angewendet werden kann, wenn nur jede Kameradschaft mit dem Keilapparat und dem Stahlbande versehen ist, wogegen die Maschine von Chubb in ihrer ganzen Zusammensetzung von einem Ort zum andern transportirt werden müsste, was bei der Schwere und der Länge der Maschine schwierig ist. Dennoch würde sich die weitere Ausbreitung der Maschine von Chubb sehr empfehlen, wenn die ferneren Versuche die Möglichkeit herausstellen, das Schrämen im harten Kohl gänzlich unterlassen zu können.

In ähnlicher Weise hat Jos. Mitchell[606]) ein Verfahren angegeben. In das vorgebohrte Loch wird ein aus zwei Halbcylindern bestehender Pflock eingesetzt, welcher nach vorn einen keilförmigen Schlitz besitzt; der Pflock wird an eine hydraulische Maschine befestigt, deren Keil in den keilförmigen Raum eintritt und dadurch den Pflock auseinander treibt, bis die untere Bank der Kohle gelöst wird. Man kann mehre Löcher gleichzeitig mit den hydraulischen Pflöcken behandeln.

Auf belgischen Gruben benutzt man nach der Anleitung von Demanet[607]) die Bohrmaschine von Dubois und François, unter dem Namen bosseyeuse, so genannt von bosseyement (Hereintreibearbeit), zum Eintreiben des Keils. In die unterschrämte Kohlenbank wird mit dieser Maschine ein 8 bis 10 Centimeter Durchmesser weites, ca. 70 Centimeter tiefes Loch gebohrt, in dieses werden die halbcylinderigen Keile eingesetzt und diese mittelst des Treibkeils auseinander getrieben. Zu

[606]) The Mining Journal. Vol. 47. p. 758. — Zeitschr. f. Gewerbe, Handel u. Volkswirthschaft. Beuthen 1877. S. 285.

[607]) Dingler polyt. Journal. Bd. 227. S. 150. 455. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 23. p. 55. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1881. S. 436; 1882. S. 675. — Berg- u. hüttenm. Zeitung. Leipzig 1882. S. 379; 1883. S. 186. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 30 B. S. 66.

diesem Zwecke wird die selbstthätige Steuerung von der Bohrmaschine entfernt, statt des Meissels ein Rammklotz von 30 bis 40 kg Gewicht an der Kolbenstange befestigt und durch Handsteuerung und verstärktem Luftdruck eine Anzahl langsamer oder rascher aufeinander folgender Schläge von wachsender Wucht auf den Treibkeil gegeben. Der Durchmesser des Maschinenkolbens beträgt 110 Millimeter, die Dicke der Kolbenstange 85 Millimeter, das Gewicht der Stossstange 120 kg, der Druck der Luft 3 Atmosphären, der Druck auf den Kolben beim Einrammen des Keils 300 kg, das Gewicht der ganzen Maschine 1700 kg. Die Maschine wird auch zum Auffahren von Strecken im Gestein benutzt, so zu Marihaye, wo man wöchentlich 1 Meter Streckenlänge gewinnt, auch zu Blanzy u. a. O.

Der Treibkeil von Levet[608]) wirkt im Gegensatz zu den vorbeschriebenen von Innen nach Aussen, indem der Kolben der Handdruckpumpe den Keil, welcher zwischen zwei cylinderischen Backen sitzt, herauszuziehen strebt und die Backen auseinander treibt und besonders die Mündung des Bohrlochs zu zersprengen sucht, was indess nicht vortheilhaft ist, da die Wirkung auf das Ende des Bohrlochs den Stückkohlenfall begünstigt. Die mit dem Apparat auf der Grube Chapelle in sehr harter Kohle angestellten Versuche haben ergeben, dass man ein gleiches Resultat wie mit einem Schuss erzielte, doch sind die Versuche noch nicht endgiltig abgeführt. Auf der Grube Friedrichsthal bei Saarbrücken hat man befriedigende Resultate bei der versuchsweisen Anwendung des Apparats erzielt, wogegen dies in Polnisch-Ostrau nicht der Fall war.

Bereits oben S. 423 wurde erwähnt, dass man in Gruben mit schlagenden Wettern in die Bohrlöcher gebrannten Kalk einführte und durch Zuführung von Wasser bei der Bildung von Kalkhydrat durch die räumliche Ausdehnung des Kalkes die unterschrämten Kohlenbänke abdrücken wollte: die Versuche waren damals nicht gelungen. In neuerer Zeit haben Smith und Moore in Shipley[608a]) das Verfahren anders gestaltet und damit angeblich auf englischen Gruben grosse Erfolge erzielt. Sie haben frisch gebrannten, sehr reinen Kalk zu feinem Pulver gemahlen und unter einem Druck von 40 Atmosphären zu Patronen von $6\frac{1}{2}$ Centimeter Durchmesser und 12 Centimeter Länge geformt und mit einer Seitenrinne versehen.

[608]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig. 1879. S. 4. — Glückauf. Essen 1881. No. 96. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 30 B. S. 230. — Dingler polyt. Journal. Bd. 246. S. 18. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1883. S. 407.

[608a]) Zeitschr. f. B.- H.- u. S.-Wesen. Bd. 31 B. S. 103. 191. — Oesterr. Zeitschrift f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1882. S. 337. 667; 1883. S. 47. 367. — Glückauf. Essen 1882. No. 64. 104. — Der Berggeist. Köln. 1883. S. 49. — Zeitschr. des oberschles. berg- u. hüttenm. Vereins. Königshütte 1883. S. 211. — Glaser Annalen. Bd. 10. S. 287. — Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- u. Genie-Wesens. Wien 1883. Notizen S. 16. — Revue universelle. 2 série, t. 12. p. 475. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 34. p. 319.

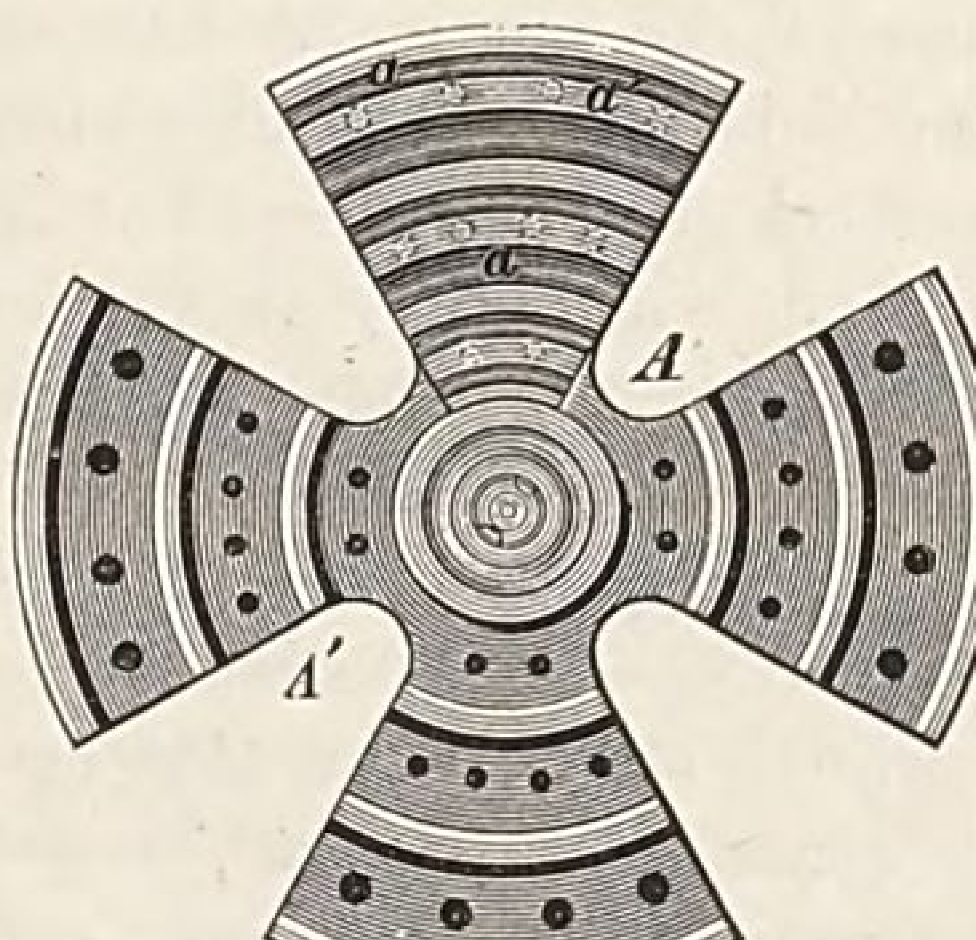
Die fertigen Patronen werden in luftdichten Behältern aufbewahrt und in die Grube gebracht. Die Bohrlöcher werden meistens mittelst Maschinen hergestellt und erhalten eine Tiefe von ungefähr 1 Meter; in das Bohrloch schiebt man ein etwas längeres eisernes Rohr von $1^1/_4$ Centimeter Durchmesser, welches an der Oberseite mit einer kleinen Vertiefung und auf der halben Länge mit Löchern versehen ist. Das untere durchlöcherte Ende des Rohres wird mit Caliko umschlossen, um das Eindringen des Kalkes abzuhalten, während das nach Aussen gekehrte Ende mit einem Hahn versehen ist, welcher mittelst eines Gummischlauches mit einer Druckpumpe in Verbindung gesetzt werden kann. In den freien Raum des Bohrloches führt man Kalkpatronen ein und besetzt das Loch in gewöhnlicher Weise wie beim Schiesspulver. Demnächst verbindet man den Hahn mit der Druckpumpe und drückt so viel Wasser in die Röhre, als Kalkmasse angewendet ist; das Wasser fliesst durch die Löcher zum Kalke und verwandelt denselben in Kalkhydrat, wodurch sich Dampf entwickelt und die Masse des Kalkes sich ausdehnt. Hierdurch soll die Kohlenbank sich loslösen und in grossen Stücken hereinbrechen. Nach den vorliegenden Berichten soll diese Sprengmethode auf englischen Gruben von grossem Erfolge begleitet sein, namentlich wenn die Kohlen nur mässig fest sind, während für sehr feste Kohlen der Druck nicht gross genug ist und in mürben Kohlen der entwickelte Dampf wirkungslos in die Klüfte tritt. Auf den Gruben bei Saarbrücken, sowie in Oberschlesien hat man keine günstigen Erfahrungen mit dieser Sprengmethode gemacht, auch hat Klose (s. o. S. 236) mit den Proben an den Bleicylindern die Wirkungslosigkeit des Verfahrens nachgewiesen.

Auch für das Auffahren von Strecken im Gestein, ohne Anwendung von Schiessarbeit, hat Penrice eine Maschine angegeben, welche sich bei der Belagerung von Sebastopol bereits bewährt haben soll[609]). Dieselbe bearbeitet den ganzen Ortsstoss zu gleicher Zeit mittelst Meissel, welche schräg gestellte Schneiden haben und das Gestein in Spänen abtrennen, indem sie rasch hinter einander Schläge ausführen und sich langsam um die Schlagachse drehen. Der Bohrkopf hat einen der aufzufahrenden kreisrunden Strecke gleichen Durchmesser; derselbe besteht aus einer kreisrunden Scheibe mit 4 Ausschnitten A, welche in der Kreisfläche einen Raum von je 30 Grad einnehmen, wie Fig. 210 zeigt; in den massiven Sectoren befinden sich concentrische Nuten mit schwalbenschwanzförmigem Querschnitt, in welche die Meissel eingesetzt und durch Schraubenmuttern befestigt werden. Die Meissel haben schräge Schneiden und treten einzeln vor einander hervor. Der Bohrkopf ist mit dem Kolben des liegenden Treibecylinders unmittelbar verbunden, so dass durch dessen Hin- und Herbewegung Schläge mittelst der Meissel auf das Gestein aus-

[609]) Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. t. 14. p. 42. — Polytechn. Centralblatt. Leipzig 1869. S. 777. — Berg- u. hüttenm. Ztg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1870. S. 28.

geführt werden, während durch einen aufrechtstehenden kleinen Cylinder und die mit diesem in Verbindung stehende Räder- und Schraubenanordnung die drehende Bewegung hervorgerufen wird. Gleichzeitig ist eine Vorrichtung angebracht, welche das allmälige Vorrücken der Maschine bewirkt. Die Durchbrechung der Bohrscheibe ist deshalb erfolgt, damit die losgelösten Gebirgstheile hinter den Bohrkörper hindurchfallen, sie werden hier in einem Paternosterwerk aufgefangen und durch dasselbe rückwärts geschafft. Damit in hartem Gestein die Meissel sich nicht erhitzen, in weichem Gestein sie sich nicht festklemmen, ist eine Spritzvorrichtung angebracht, aus welcher beständig Wasser in Regenform vor Ort geleitet wird. Die Maschine wirkt continuirlich und braucht nur zurückgezogen zu werden, wenn sich eine Abstumpfung der Meissel bemerkbar macht.

Fig. 210.



Der Betrieb erfolgt durch Dampf oder comprimirte Luft, doch empfiehlt sich die Anwendung der letzteren. Die Maschine ist besonders für Tunnel bestimmt, kann aber auch in Bergwerken benutzt werden, doch selbst nach Angabe des Erfinders nur dann mit Vortheil, wenn die Länge der auszuarbeitenden Strecke mindestens (1 englische Meile) 1600 Meter beträgt. Es sollen bei einem Streckenquerschnitt von 1,5 Meter im Granit 3,75 Meter, im Sandstein 5,5 Meter Streckenlänge binnen 24 Stunden gewonnen werden können, wobei nur ein Arbeiter die Maschine dirigirt und ausserdem die Ausgaben für Pulver erspart werden. Eine praktische Verwendung dieser Maschine beim Grubenbetrieb ist bis jetzt nicht bekannt geworden, weshalb ein näheres Eingehen auf die Details der Maschine unterlassen wird.

Dasselbe ist der Fall mit der Tunnelfraismaschine von Brunton[610]). Bei derselben drücken die Stahlfraisen gegen das Gestein und

[610]) Polytechn. Centralblatt. Leipzig 1868. S. 561; Jahrg. 1871. S. 809. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1871. S. 451. — Dr. H. Zwick: neuere Tunnelbauten. Leipzig 1873. S. 68. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1878. S. 375. — Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Vol. 91. p. 830.

nehmen bei ihren kreisförmigen Umdrehungen Gesteinsplitter fort, indem sie sich schraubenförmg in den Ortsstoss einarbeiten. Die Fraisen sind Stahlscheiben von $261^1/_2$ bis 523 Millimeter Durchmesser und 13 bis 26 Millimeter Dicke, je nach der Beschaffenheit des zu bearbeitenden Gesteins, ihr ganzer Umfang bildet eine Schneidkante. Sie sitzen zu je 6 auf einem Fraisenfutter, rechtwinkelig gegen die Scheibenebene auf Zapfen und erhalten ihre Bewegung zugleich mit dem Fraisenfutter. Zwei solche Futter, welche mit Zahnrädern versehen sind, sitzen an dem Querhaupt einer hohlen Welle, welche in Lagern und auf einem vierräderigen und auf Schienen laufenden Wagen ruht und sich in denselben zu drehen vermag. Durch die hohle Welle geht eine andere Welle, welche an der von dem Ortsstoss abgekehrten Seite mit einem Scheibenrade versehen ist und durch Riemen oder Seiltransmission in Bewegung gesetzt wird; an dem dem Ortsstoss zugekehrten Ende ist diese Welle mit einem Zahnrade versehen, mittelst dessen der Eingriff in die Zahnräder der Fraisenfutter und deren Drehung erfolgt, so dass sich nun auch die hohle Welle mit drehen muss. Dieselbe ist auf ihrer Aussenfläche mit einem Schraubengewinde versehen und bewegt sich in einer Schraubenmutter, welche durch Arme und Stellschrauben gegen Sohle und Firste des Tunnels festgestellt wird, so dass sich die Welle und mit ihr der ganze Apparat in den Ortsstoss hineinschraubt; sobald die Welle bis zu ihrem Ende fortgeschraubt ist, wird die Maschine stillgestellt, die Mutter wird gelöst, bis zum Anfang der Welle fortgeführt und wieder festgestellt, worauf die Bewegung von Neuem beginnt. Bei jeder Umdrehung der Schraubenwelle machen die 6 Fraisen auf jedem der beiden Fraisenfutter in ihrem Kreislauf vor dem Ortsstoss eine der Höhe des Schraubenganges der Welle entsprechende Bewegung in den Stoss hinein, und da diese Höhe 26 Millimeter beträgt, so rücken bei jeder Umdrehung die Fraisen 52 Millimeter fort. Bei der Maschine soll jede Stosswirkung vermieden sein, sie soll ununterbrochen arbeiten und ertheilt vermöge ihrer Kreisbewegung dem Tunnel eine cylinderische Gestalt; der Ortsstoss hat die Form einer doppelten Schraubenlinie mit stets gleichbleibendem Ansteigen, welches die Fraisen veranlasst, von dem Gestein Splitter abzulösen.

Man ist der Ansicht, dass durch diese Maschinen mehr mechanische Arbeit aufgewendet wird und grössere Betriebskraft erforderlich ist, als wenn man durch Bohren und Sprengen das Gestein in grösseren Stücken gewinnt. Der Erfinder der Maschine ist anderer Ansicht, glaubt in kürzerer Zeit das Gestein auszugewinnen, wobei noch an Arbeitskraft und Sprengmaterial gespart wird. Es sollte nach der vorliegenden Quelle die Maschine in dem Schiefergebirge von Nordwales in Betrieb gesetzt werden. In härteren Gesteinsarten, wie Sandstein, festem Kalk soll die Maschine nur 314 bis 471 Millimeter in einer Stunde vordringen, in weicheren dagegen 0,628 bis 1,882 Meter.

Die Maschine von Henley[611]) ist ein horizontaler Dampfhammer, dessen Kopf mit auszuwechselnden Stahlschneiden versehen ist und der einen verstellbaren Hub besitzt, um die Wirkung des Schlages veränderlich zu machen. Der Kopf hat die Höhe der Strecke und etwa den dritten Theil der Breite derselben. Um die gesammte Ortsbreite berühren und ausarbeiten zu können, hat der Kolben ein Kugelgelenklager, in welchem das Ende der mit dem Hammerkopf ein Stück bildenden Kolbenstange eingesteckt ist, mittelst einer einfachen durch die Bewegung des Kolbens bewirkten Vorrichtung kann das vordere Auflager des ganzen Kopfes nach der Streckenbreite hin und hergeschoben werden, um nach und nach den ganzen Ortsstoss zu bearbeiten. Der Kolben besteht aus einem massiven, das Kugellager enthaltenden Kern und einer mit zwei hohlen Kolbenstangenstücken verbundenen eigentlichen Kolbenscheibe. Die cylinderischen Kolbenstangenstücke sind hinreichend weit, um das Auslenken des Werkzeugstiels zu gestatten und werden in den entsprechend weiten Stopfbüchsen des Cylinders geführt. Die Steuerung ist einfach und hinreichend elastisch, insofern als Hub und Expansion verstellbar sind. Im Kolbenkörper steckt, gleichfalls mit Kugelgelenk verbunden, noch eine kleinere nach rückwärts gehende Kolbenstange, deren Ende in einem Bügel veränderlich angehängt werden kann. Dieser Bügel ist der längere Arm eines Winkelhebels, dessen anderer Arm den einen Drehpunkt einer Coulisse fasst, welche am anderen Ende von einer geraden Lenkerstange gehalten wird. Der feste Drehpunkt dieser Lenkerstange kann hoch und niedrig gestellt werden, so dass sich für die Lage der Coulisse eine grosse Zahl von Stellungen denken lässt. Die Schieberstange wird in der Coulisse mit ihrem cylinderischen Zapfen geführt und die Hin- und Herbewegung derselben ist mithin von der Kolbenstange abhängig gemacht, dieses Abhängigkeitsverhältniss aber wiederum veränderlich durch die angegebene Verbindung bewegter Theile. Eine praktische Ausführung und Anwendung auch dieser Maschine ist bisher nicht bekannt geworden.

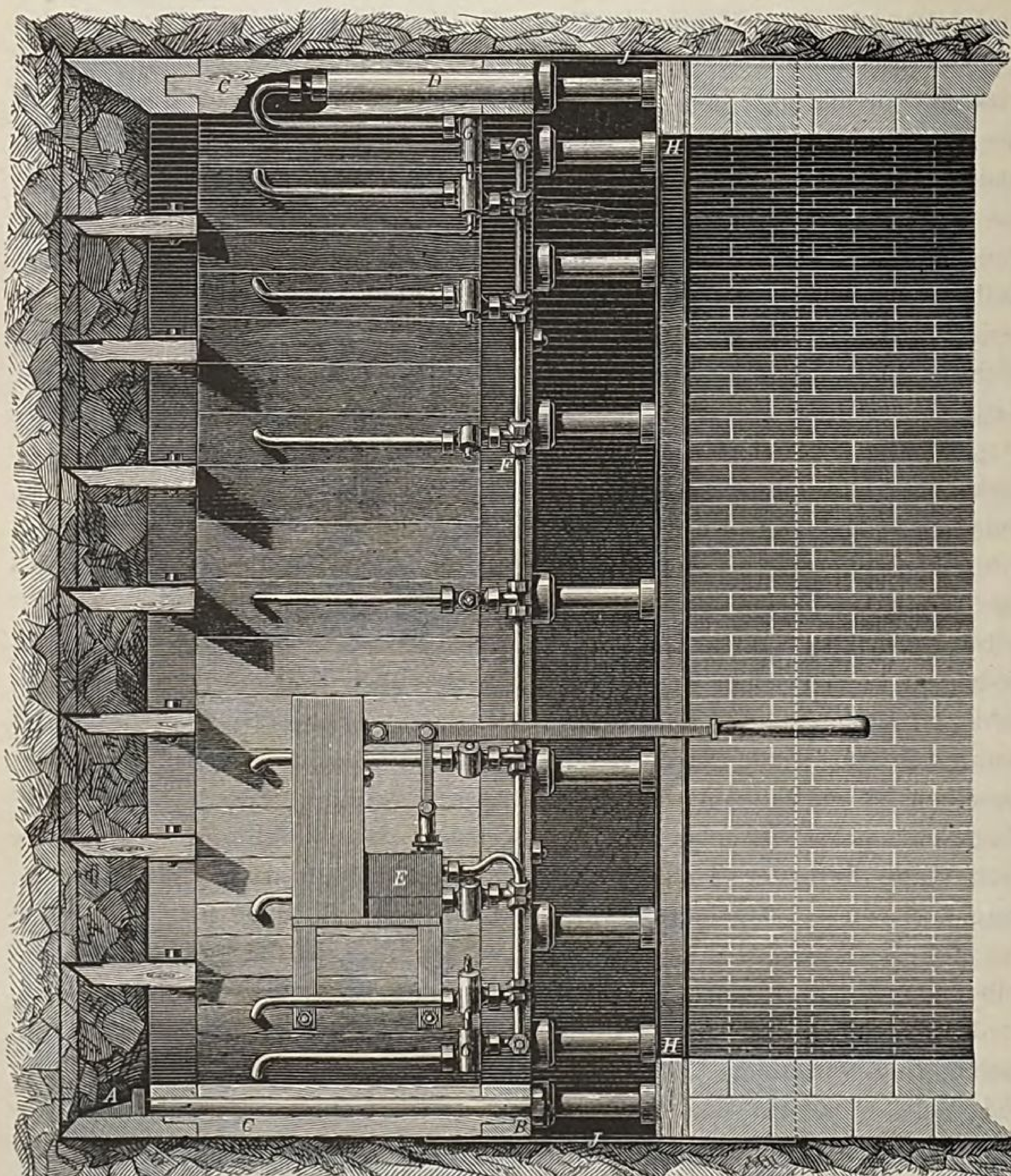
Für die Auffahrung eines Tunnels in sandigen, erdigen Massen unterhalb der Stadt New-York ist von Beach eine Bohrmaschine angewendet worden, welche durch Wasserdruck betrieben wird[612]). Ein kräftig gebauter Ring von dem Durchmesser des kreisförmigen Tunnels, nämlich 2,84 Meter, bewirkt das Eindringen in den Ortsstoss. Derselbe besteht, Fig. 211, aus 2 gusseisernen Theilen A und B, welche den Holzring C zwischen sich fassen und gegenseitig durch Bolzen abgesteift sind. Der Ring A ist nach vorn mit einer Schneide versehen, um in den Boden eindringen zu können. In den Ring A ist ein Fachwerk von Holz eingesetzt,

[611]) The Mechanics' Magazine Vol. 94. p. 153. — Der Berggeist. Köln 1871. S. 287. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1871. S. 198.

[612]) Tunnelbohrmaschine für die pneumatische Eisenbahn in New-York in Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 14 S. 576.

dessen Schneiden mit Eisenblech bekleidet sind, um ein gleichmässiges Eindringen in den Boden zu bewirken. In den Ring B sind 18 hydraulische Pressen, aus Stahl gefertigt, eingelassen. Seitwärts in dem Holzring ist eine Presspumpe E befestigt, welche durch das Rohr F mit

Fig. 211.



allen Presscylindern in Verbindung steht, jedoch so, dass jeder einzelne Cylinder durch die Ventile H ausgeschaltet werden kann. Der Durchmesser der Presskolben ist 58 Millimeter, ihr Hub 410 Millimeter. Um den Ring B ist ein zweiter aus 3 Millimeter starkem Eisenblech hergestellter Ring J angebracht, welcher 700 Millimeter vor dem Ring B hervorragt, also immer einen Theil der rückwärts festgestellten Ausmauerung des

Tunnels umfasst und bei dem Vorrücken des Apparats zwischen Mauerung und Tunnelwandung fortgeleitet, so dass der Boden aus den Tunnelwandungen, soweit dieselhen noch nicht durch Mauerung abgekleidet sind, von dem Arbeitsort abgehalten wird. Um den ca. 2400 Centner betragenden Druck der Presskolben gleichförmig auf das hinterliegende Mauerwerk zu vertheilen, ist vor demselben ein Ring H, welcher auf beiden Seiten mit Eisenblech beschlagen ist, angebracht. Um den Apparat wirken zu lassen, arbeiten zwei Mann an der Pumpe, während zwei andere mittelst Brechstangen den Boden vor Ort lockern und herausnehmen, welcher von zwei besonderen Arbeitern fortgefahren wird. Sobald der Apparat, der Hubhöhe der Presskolben entsprechend, 410 Millimeter fortgerückt ist, werden die Presskolben und der Ring H zurückgerückt, die freigewordenen 410 Millimeter Tunnelraum mit Mauerwerk versehen, worauf man die ganze Operation wiederholt. Bei ununterbrochener Arbeit hat man binnen 24 Stunden 1,23 Meter fertigen Tunnel von 2,84 Meter äusserem Durchmesser und 0,41 Meter Mauerstärke hergestellt.

Professor Rziha zu Wien hat für den Richtstolln des Arlbergtunnels zum Vordringen in der Ortsweite eine Bohrmaschine in Thätigkeit gesetzt, welche vortrefflich arbeiten soll: eine Beschreibung derselben ist bisher nicht bekannt geworden.

Crampton[613]) hat für die beabsichtigte Herstellung des unterseeischen Kanaltunnels zwischen Dover und Calais einen Scheibenbohrer von 11 Meter Durchmesser vorgeschlagen, dessen runde Scheibe mit 72 schräg gestellten Kreismessern versehen ist; jedes dieser Messer schneidet bei der Umdrehung der Scheibe einen Ring von 76 Millimeter Breite und 1,6 Millimeter Tiefe fort, so dass in der Stunde 0,90 Meter abgebohrt werden, so dass der 16000 Meter lange Tunnel ungefähr $2^1/_2$ Jahre Bohrarbeit in Anspruch nehmen würde. Die Maschine scheint nicht zur Anwendung gelangt zu sein.

Dagegen ist bei dem Richtstolln zur Untersuchung des Gebirges eine von Beaumont construirte Maschine in Thätigkeit gesetzt worden[614]), welche einen lichten Durchmesser des Richtstollns von 2,14 Meter herstellt. An einem T-förmigen auf einer langen, kräftigen Stahlstange sitzenden Arm, dessen Länge gleich dem Durchmesser des Tunnels ist, sind die Schab-

613) Eingineer. London. Vol. 54. p. 255. — Dingler polyt. Journal. Bd. 247. S. 471. — Mittheilungen aus der Tagesliteratur des Eisenbahnwesens. Berlin 1883. S. 14.

614) Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Paris. Vol. 94. p. 1645. 1680. 1707. — Glaser Annalen. Bd. 11. S. 118. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1882. S. 667. — Mittheilungen aus der Tagesliteratur des Eisenbahnwesens. Berlin 1883. S. 13. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 34. p. 280.

eisen, ähnlich wie die Messer der Hobelmaschine befestigt; die Stahlstange wird durch ein Getriebe bewegt, welches seine Bewegung durch eine mit comprimirter Luft in Betrieb gesetzte, doppeltcylinderische Maschine erhält. Der Luftzutritt ist der Art geordnet, dass die Maschinenwelle eine Geschwindigkeit von 100 Umdrehungen in der Minute bekommt, der Messerhalter dagegen $1^1/_2$ Umdrehungen in derselben Zeit macht. Die auf der englischen Seite in Betrieb gewesene Maschine zeigte eine Arbeitsleistung von 0,60 Meter in der Stunde.

VIERTER ABSCHNITT.

Gruben und Grubenbaue. Ausrichtung, Vorrichtung und Abbau.

Die Methoden der planmässigen Bearbeitung nutzbarer Mineralien lassen sich am besten ähnlich unterscheiden, wie es im französischen Bergwerksgesetz vom 21. April 1810 geschehen ist, welches, freilich mit Rücksicht auf die Natur des zu gewinnenden Minerals, auseinander hält: Gruben, Gräbereien, Steinbrüche (mines, minières, carrières).

Grubenbau oder Grubenbetrieb heisst hier jeder zu bergmännischen Zwecken unterirdisch hergestellte Raum; eine Gesammtheit planmässig zusammenhängender Grubenbaue bilden ein Grubengebäude, Grube, Bergwerk, nach altem Herkommen auch Zeche genannt; bestimmende Eigenschaft der Grube ist also hier, von rechtlichen Unterscheidungen abgesehen, der unterirdische Betrieb. Dagegen geschehen Gräbereien unmittelbar am Tage zur Gewinnung oberflächlicher Lagerstätten, als welche im französischen Gesetz z. B. Raseneisenstein genannt wird, während Torf für den Grundeigenthümer reservirt ist; sie bedürfen der bergmännischen Vorkehrungen nicht. Auch Steinbrüche werden meist unter freiem Himmel betrieben und sondern aus anstehendem Gestein Stücke zum technischen Gebrauch aus.

Dennoch lassen sich diese Begriffe nicht scharf trennen, da Uebergänge stattfinden. Steinbrüche werden zuweilen unterirdisch betrieben, wie z. B. die Schieferbrüche in der Rheinprovinz, die Mühlensteinbrüche daselbst zwischen Mayen und Andernach, die Brüche im Petersberge bei Mastrich, die Katakomben von Paris und Rom u. s. w., sie erlangen dann Aehnlichkeit mit den auf stockförmigen Erzmassen betriebenen Grubenbauen. Umgekehrt wird die Gewinnung derartiger zu Tage ausgehender Massen mitunter steinbruchartig betrieben, z. B. die Gewinnung von Steinsalz zu Cardona in Spanien, Spatheisenstein in einzelnen Theilen Steiermarks, Magneteisenstein in Schweden; solche Gewinnungen pflegt man schon Tagebaue zu nennen. Der eigentliche Tagebau (die Aufdeckarbeit), im Ganzen nicht häufig, ist ein Mittelding zwischen Gräbereien und Gruben,

findet statt auf söhligen oder flach geneigten, nahe unter Tage oder unter nicht zu mächtiger Bedeckung von losen oder festeren Massen liegenden Lagerstätten, welche einen unterirdischen Bau wegen der schwachen Bedeckung nicht gut zulassen; derselbe besteht im Abheben, Abräumen des Deckgebirges (Abraumarbeit) und der nachherigen Gewinnung der Lagerstätte, wobei zuweilen besondere Einrichtungen für Förderung und Wasserhaltung nothwendig werden; hierher gehört die Gewinnung von Braunkohle in der preussischen Provinz Sachsen, ebenso in Steiermark (Köflach), von Steinkohle in Polen (Dombrowa) von Eisenstein in Oberschlesien, in Steiermark (Eisenerz), von Bleierzen bei Kommern in der Rheinprovinz u. a. m. Seifenwerke zur Ausbeutung von Seifen reihen sich bald mehr den Gräbereien, bald den Tagebauen an.

Man hat also hiernach zu unterscheiden:

A. Gruben.

B. Tagebau, wohin auch Seifenwerke und Gräbereien zu rechnen sind.

A. Gruben.

Die Anlage der Gruben hängt im Detail der Ausführung von der räumlichen Natur und der Art der Lagerstätten, deren Zahl und von vielen anderen Umständen ab. Insofern es sich um nachhaltige Lagerstätten, nicht etwa nur um Gewinnung unregelmässiger Nester u. dgl. m., handelt, oft aber auch bei der letzteren, ist stets das Grundprincip des ersten Angriffs gemeinsam: die Lagerstätte oder die Lagerstätten in einer gewissen Tiefe zugänglich zu machen (auszurichten, aufzuschliessen), um von dort aus die nach der Höhe vorhandenen (anstehenden) Fossilien zu gewinnen, wobei eine Menge von Veranstaltungen concurriren, eine Reihe von Bedingungen erfüllt werden müssen, wie die Abführung der Wasser, die Unterstützung der ausgehauenen Räume, die Fahrung, die Wetterführung, die Förderung.

Die Ausrichtung erfolgt durch Stolln oder Schächte, welche beide Arten von Bauen übrigens auch zu anderen Zwecken, als zur Ausrichtung vorkommen. Von Wichtigkeit hierbei ist, dass sich die Schächte überall anlegen lassen, Stolln aber an die Gestalt der Oberfläche gebunden sind. Principiell unterscheidend zwischen beiden Ausrichtungsmethoden ist zunächst die Art der Wasserabführung, womit sich dann noch andere Abweichungen als Folgerungen verbinden. Auf diese Weise entsteht der Unterschied zwischen Stollnbau und Tiefbau, Stollngruben und Tiefbaugruben; der Stollnbau geht häufig voran, der Tiefbau folgt nach, der letztere wird aber auch sofort in Angriff genommen, wenn die Verhältnisse es erheischen, wie überhaupt die Zukunft jedes Bergbaues, welcher überhaupt eine solche hat, im Tiefbau liegt. Daher hat in den ausgedehnten Revieren am Harz, bei Freiberg u. a. O. eigentlicher Stollnbau längst fast gänzlich aufgehört, daher vermindert sich in vielen Bergwerksgegenden

die Zahl der Stollngruben von Jahr zu Jahr, die Zahl der Tiefbaugruben nimmt zu; hierauf aber sind von wesentlichem Einfluss namentlich die Fortschritte im Maschinenwesen; die Einführung der Dampfmaschine beim Bergwerksbetrieb markirt einen bemerkenswerthen Abschnitt in dessen Entwickelung.

A. Stolln.

Ein Stolln ist ein möglichst horizontaler, von Tage ausgehender, nach Umständen unter der Oberfläche verzweigter Grubenbau. Die deutschen Bergordnungen, welche erlassen wurden, als das Maschinenwesen noch in der Kindheit war, legen den Stolln als Hauptmittel, die Lagerstätten auszurichten, einen grossen Werth bei und statten sie mit besonderen Berechtigungen aus (Erbstolln); schon das französische Bergwerksgesetz vom 21. April 1810 erwähnt ihrer nicht und das allgemeine Berggesetz für die preussischen Staaten vom 24. Juni 1865 kennt eine neue Verleihung von Erbstollngerechtigkeiten nicht mehr[1]). Der Betrieb der Stolln ist gebunden an die Gestalt der Oberfläche, da sie nur da betrieben werden können, wo über dem am Tage anzusetzenden Stolln Lagerstätten anstehen, also im Terrain, welches sich über Tahlsohlen und Einschnitten erhebt; wo diese Erhebung zu grösserer Höhe anwächst, werden auch mehrere Stolln über einander getrieben, wodurch die Baue auf den Lagerstätten in Etagen zerlegt werden.

Der Stolln kann folgende Zwecke erfüllen:

1. Wasserabführung aus den Bauen in der Lagerstätte,
2. Wetterzuführung, wofür der tiefste Stolln der beste ist,
3. Verminderung der Wasserhebungstiefe bei Tiefbauen, was bei mangelnden oder theuren Maschinenkräften ein sehr wichtiger Zweck ist, wie z. B. der Rothschönberger Stolln im Freiberger Revier, der tiefe Ernst-August-Stolln am Harz, der Saarstolln bei Saarbrücken lediglich diesem Zwecke dienen, obwohl mit dem Saarstolln anfänglich andere Absichten verbunden waren,
4. Vermehrung der Aufschlagewasser für hydraulische Maschinen unmittelbar durch Abfangen der Wasser, mittelbar, wenn mehre Stolln untereinander liegen, also Concentration vorhandener Gefälle und Schaffung von neuen,
5. Gruben- und Tageförderung,
6. Einleitung des Abbaues, wenn der Stolln innerhalb der Lagerstätte steht.

Auch der Tunnel ist ein Stolln, welcher aber die Eigenthümlichkeit hat, dass er zwei Punkte über Tage verbindet.

An Benennungen sind hier hervorzuheben: das Mundloch des Stollns

[1]) Das allgemeine Berggesetz für die preussischen Staaten vom 24. Juni 1865. §. 223. (Preussische Gesetzsammlung 1865. S. 705.)

ist die Stelle, wo er unterkriecht, d. h. unter die Oberfläche des Gebirges eintritt; die Rösche ist der Abzugsgraben, welcher die aus dem Stolln zu Tage tretenden Wasser in einen benachbarten Wasserlauf abführt, die Wasserseige derjenige Theil des Stollns, in welchem auf seiner Sohle die Wasser zu Tage abfliessen; über der Wasserseige liegen auf eingebühnten Schwellen Bohlen, Laufbretter, auch Schienengeleise, welche zur Förderung und zum Fahren der Belegschaft u. s. w. dienen, dies ist das Tragewerk: der Raum über dem Tragewerk bis zur Firste des Stollns ist der Fahrraum.

Oberstolln (auch Tagesstrecken) sind diejenigen, welche die Lagerstätten in oberen Tiefen aufschliessen und angreifen, wohin auch die Schürfstolln zu rechnen sind; im Gegensatz hierzu stehen die tiefen Stolln, welche eine grössere Tiefe bei der Ausrichtung der Lagerstätte einbringen. Rechtlich hat man zu unterscheiden Grubenstolln, welche die Lagerstätte in jeder beliebigen Tiefe lösen, und Erbstolln, welche nach den alten Bergordnungen eine Minimaltiefe unter der Oberfläche oder einem oberen Stolln einbringen müssen. Revierstolln sind sehr grosse und lange Stolln, meistentheils Erbstolln, welche einem ganzen Grubencomplex zur Lösung dienen. Hilfsstolln dient als Nebenstolln für den Hauptstolln, wenn derselbe die angefahrenen Wasser allein abzuführen nicht im Stande ist, es entstehen dann zwei Mundlöcher. Wasserstolln ist nur zum Erschroten von Wassern in sehr wasserreichem Gebirge bestimmt und kommt selten vor. Wetterstolln führt frische Wetter von Tage zu den Grubenbauen ein; jeder obere Stolln kann für den zunächst tiefer gelegenen ein Wetterstolln werden. Circumferentialstolln ist ein um einen Salzschacht herum getriebener Stolln, welcher bestimmt ist, die Wasser vom Schachte abzuhalten bei den Steinsalzgewinnungen in Ungarn und Siebenbürgen. Flügelort ist ein vom Hauptstolln aus in anderer Richtung als derselbe betriebener Stollntheil, welcher zur Lösung von Nachbargruben aufgefahren wird und die dort erschrotenen Wasser dem Hauptstolln zuführt. Lichtlöcher (Lichtschächte am Harze) sind Schächte, welche von Tage nieder auf den Stolln abgeteuft werden, um bei grösserer Erstreckung desselben die Wettercirculation zu unterstützen oder zur Förderung der gewonnenen Massen benutzt zu werden oder zur Beschleunigung des Stollnbetriebs mehre Ansatzpunkte im Gebirge für den Stolln zu gewinnen, indem das zwischen zwei Ansatzpunkten zu durchörternde Gebirgsstück von beiden Seiten in Angriff genommen werden kann.

Beim Auffahren und Betriebe der Stolln kommt in Betracht: der Ansatzpunkt, die Richtung, die Dimensionen, das Ansteigen.

Der Ansatzpunkt ist selbstredend so zu wählen, dass man — wenn keine besonderen Gründe dagegen sprechen — auf dem kürzesten Wege das Ziel erreicht. Die Wahl ist abhängig davon, ob man sich gleich auf der Lagerstätte ansetzt oder, wie bei Hauptstolln in der Regel zu ge-

schehen pflegt, erst durch Gestein fährt und später die Lagerstätte verfolgt. Ferner hat man die Gestaltung der Oberfläche ins Auge zu fassen, da man sich stets in Gebirgseinschnitten oder Thälern oder doch in Niederungen, in der Nähe von Wasserläufen der Oberfläche anzusetzen hat, wo möglich in solcher Höhe, dass auch in nassen Jahreszeiten der Abfluss der Wasser aus dem Stolln nicht gestört wird oder doch nur bei sehr hohen Fluten; deshalb nimmt man den nach der Beobachtung mehrer Jahre ermittelten mittleren Wasserstand für das Ansitzen zum Anhalten, weil das Ansitzen im höchsten Wasserstande zu viel Verlust an Seigerteufe des Stollns nach sich ziehen würde. Für den Wetterzug ist es gut, wenn das Mundloch nicht in einer engen Schlucht oder in einem Thalwinkel gelegen ist; für den Wasserabfluss ist es von Vortheil, wenn man die Tagerösche nicht rechtwinkelig gegen den Wasserlauf, welcher die Wasser aufzunehmen hat, zu führen braucht. Wesentlich ist auch, dass man einen guten Haldensturz vor dem Mundloch herstellen kann, um die beim Betriebe des Stollns gewonnenen Berge bequem abstürzen zu können. Principiell muss man die grösstmöglichste Tiefe des Stollns zu fassen suchen, um eine genügende Pfeilerhöhe der Lagerstätte zu lösen, womit aber auch die Länge, die Kosten für Lichtlöcher u. s. w. wachsen und der Zeitpunkt der Benutzung hinausgeschoben wird, so dass hierbei ein angemessenes Abwägen mit der Wichtigkeit des Bergbaues stattfinden muss.

Die Richtung des Stollns ist schon einigermaassen bestimmt durch den Anfangspunkt und die Lage der zu lösenden Grubenfelder; bei Hauptstolln wählt man möglichst gerade Richtung bis in das zu lösende Revier. Manche Stolln gehn querschlägig oder spiesseckig bis zum ersten Flötze oder Gange und dann streichend auf diesen fort; andere sind gleich streichend angesetzt, doch sind dies in der Regel nur unbedeutende Stollnbetriebe; andere endlich durchfahren querschlägig eine ganze Reihe von Lagerstätten, indem es der ferneren Ueberlegung überlassen bleibt, die weitere Ausrichtung zu wählen. Bei grossen Anlagen ist fast immer die streichende Richtung mit der querschlägigen vereinigt, indem die letztere die Hauptlösung ausführt und die erste als Flügelörter die Wasser aus den Lagerstätten dem Hauptstolln zuleitet. — Aber auch manche Verhältnisse der Oberfläche sind bei der Wahl der Richtung von Einfluss, indem man vermeiden muss, wassernöthiges Gebirge oder Gegenden, denen das Wasser in Brunnen oder Quellen entzogen werden könnte, zu unterfahren, was um so wesentlicher zu beachten ist, wenn mit dem Stolln nur geringe Tiefe eingebracht wird. Deshalb muss man auch das Durchfahren von Verwerfungen oder von gestörtem Gebirge vermeiden, weil dadurch die Tagewasser leicht abgezogen werden, und weil ausserdem in solchen Gebirgstheilen der Stolln keine Haltbarkeit hat; kann eine solche Stelle beim ersten Betriebe nicht umgangen werden, so muss man doch suchen, solche Stollnstücke bald abzuwerfen. Man sucht mit der Stollnrichtung, wenn irgend möglich, Thäler auf, um die Kosten für Lichtlöcher zu ermässigen,

dabei bleibt man aber etwas am Gehänge des Thals und geht nicht unter die Sohle desselben, um die Wasser aus dem Thal nicht in den Stolln zu ziehen. Man sucht auch die milden Gesteine beim Auffahren zu benutzen, brüchiges Gebirge aber zu vermeiden; wenn man einmal in die Lagerstätte eingetroffen ist, so geht man auf derselben fort, wobei sie am besten der Untersuchung unterworfen wird, doch hat man bei der Auswahl der betreffenden Lagerstätte aus mehren derselben für den Hauptstolln vorzugsweise die Standhaftigkeit des Gebirges zu berücksichtigen. In fremdem Felde wird der Erbstöllner, welchem der Stollnhieb d. i. das Eigenthum der bei der Auffahrung des Stollns gewonnenen Mineralien zusteht, bei der Auswahl der Lagerstätte abzuwägen haben, in welchem Verhältniss der Werth der zu gewinnenden Mineralien zu den Kosten der dauerhaften Herstellung des Stollns steht. Auch die Sättel und Mulden der Lagerstätten können mancherlei Aenderungen in der Stollnrichtung veranlassen. Feste Regeln lassen sich über die zu wählende Richtung nicht geben, dieselbe muss bei Bearbeitung des Lösungsplanes in grossen Zügen vorgesehen und nach den Ergebnissen in den von Zeit zu Zeit aufzustellenden Betriebsplänen detaillirt erwogen werden.

Die Dimensionen sind abhängig von der Menge der zu erwartenden Wasser und den sonstigen Zwecken des Stollns: die Weite ist z. B. grösser bei Kahnförderung, die Höhe bei Pferdeförderung. Wird der Stolln im Gestein getrieben, so reichen für kleinere Stolln 2,354 Meter Gesammthöhe und 1,308 Meter Weite wohl immer aus; die erstere steigt für Hauptstolln bis 3 Meter, letztere bis 2 Meter und mehr, namentlich bei doppeltspuriger Förderbahn in Steinkohlengruben; zur Befahrung genügt über dem Tragewerke stets 2 Meter Höhe. Auf den Steinkohlengruben bei Saarbrücken[2]) hat man für die Hauptförderstolln einen Fahrraum von 2,223 bis 2,354 Meter Breite mit doppeltspuriger Bahn und eine Höhe von 2 Meter für Menschenförderung, von 2,354 Meter für Pferdeförderung, bei einfacher Bahn und Menschenförderung genügt 1,569 Meter Breite und 1,883 Meter Höhe; die Wasserseigen, meistentheils in den liegenden Stoss oder auch in die Mitte verlegt, sind 0,5 bis 1 Meter breit und hoch, häufig mit 262 bis 314 Millimeter starken Gewölben überspannt, wo dann von Zeit zu Zeit 1 Meter tiefe Klärsümpfe nöthig werden. — Beim Mansfeldischen Kupferschieferbergbau[3]) haben der Froschmühlenstolln und der Zabenstädter Stolln 2,354 Meter Höhe und 1,308 Meter mittlere Weite, der tiefere Schlüsselstolln dagegen bis zum 24. Lichtloch 2,615 Meter Höhe, 1,569 Meter mittlere und 1,308 Meter Sohlenweite, welche Maasse vom 24. Lichtloch ab auf 2,877 Meter Höhe und 1,569 Meter Sohlenweite vermehrt wurden, seit

[2]) Max Nöggerath: der Steinkohlenbergbau des Staats zu Saarbrücken in Zeitschr. f. B.-, H. u. S.-Wesen. Bd. 3 B. S. 159.

[3]) Mentzel: Mansfelder Kupferschieferbergbau in berg- u. hüttenm. Ztg. v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1864. S. 301.

dem Jahre 1859 wurde sogar der Stolln zwischen dem 8. und 24. Lichtloch auf 3,139 Meter Höhe und 2,092 Meter Sohlenweite erweitert, um eine genügende Wasserabführung zu bewirken. — Der früher auf fiscalische Rechnung betriebene Reinhold Forster Erbstolln bei Eiserfeld im Siegener Lande[4]), welcher auf 7532 Meter Länge projectirt ist, hat eine Höhe von 3,295 Meter, wovon 1,883 Meter auf den Fahrraum, 0,157 Meter auf das Fördergestänge, 1,255 Meter auf die Wasserseige mit dem Deckgewölbe kommen, und eine mittlere Weite von 1,412 Meter mit doppelter 0,680 Meter in der Spur weiter Förderbahn; in der Wasserseige sind von 104 zu 104 Meter Entfernung 1,569 Meter lange, 0,837 Meter breite, 0,942 Meter tiefe Klärsümpfe angebracht. — Der Rothschönberger Stolln bei Freiberg ist 3,139 Meter hoch und weit, der Ernst-August-Stolln im Harz 2,746 Meter hoch und 1,831 Meter weit[5]).

Aehnlich sind auch die Dimensionen der Stolln, welche in Lagerstätten getrieben werden, zu wählen, wobei man aber immer die eigenthümliche Natur der Lagerstätten zu berücksichtigen hat; die Wasserseige legt man hier gern neben die Förderbahn, wenn dieselbe einspurig ist. — Die Wasserseige muss offen sein, um jeder Zeit schlämmen zu können, oder sie muss mit hohem Gewölbe bedeckt und dann mit Klärsümpfen versehen werden. Beim Aushauen der Wasserseige muss man vorsichtig verfahren, um das Gebirge ganz zu erhalten, damit die Wasser nicht durchfallen und in eine tiefere Sohle eindringen. Auch muss man die Wasserseige mit möglichst glatter Sohle und glatten Stössen herstellen, um Strudel und Wirbel der Wasser zu vermeiden; im Fahrraum ist die glatte Bearbeitung der Stösse weniger erforderlich. — Nach dem Berggesetz für das Königreich Sachsen vom 22. Mai 1851 mussten Erbstolln mindestens 2,615 Meter Höhe haben und unten auf 1 Meter Höhe mindestens 1 Meter weit sein; nach dem neuesten Gesetz vom 19. Juni 1868 (§. 121)[6]) findet die Verleihung neuer Erbstolln im Königreich Sachsen nicht mehr statt doch sind für die bereits bestehenden Erbstolln die früheren gesetzlichen Bestimmungen, also auch über die Dimensionen, aufrecht erhalten worden. Die früher in Preussen geltenden Bergordnungen enthalten nur in so weit Bestimmungen über die Dimensionen der Erbstolln, als sie den Stöllner zum Stollnhieb berechtigen, im Uebrigen stellen sie nur die Bedingung, dass alle Wasser abfliessen und man zur Noth vor Ort fahren kann.

Das Ansteigen (die Rösche) verdient beim Auffahren des Stollns besondere Beachtung[7]). Auf todsöhliger Fläche fliessen die angefahrenen Wasser nicht ab, wenn nicht Druckhöhe vorhanden ist, man muss deshalb

[4]) Berggeist 1864. S. 309.

[5]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1864. S. 269.

[6]) Dr. Brassert u. Dr. Achenbach Zeitschr. f. Bergrecht. Bonn 1868. S. 529.

[7]) In anderem Sinne versteht man unter Rösche den vor dem Stollnmundloch hergestellten Graben, welcher zur Abführung der aus dem Stolln austretenden Wasser dient.

der Stollnsohle, beziehungsweise der Wasserseige vom Mundloche her ein Ansteigen geben. Je stärker dasselbe ist, desto schneller fliessen die Wasser ab, der Schlamm in denselben wird besser abgeführt, indem ihm keine Zeit zum Absetzen gelassen wird, aber es entsteht durch starkes Ansteigen Verlust an Seigerteufe beim Eintritt in die Lagerstätten; je geringer das Ansteigen ist, desto mehr stauen sich die Wasser, üben starken Druck auf die Sohle aus und setzen leicht Schlämme ab. Die früher in Preussen geltenden Bergordnungen erlaubten für Erbstolln ein Ansteigen von 125 bis 250 Millimeter auf 100 Meter Länge d. i. $^1/_{800}$ bis $^1/_{400}$, meist giebt man aber weniger; Grubenstolln sind an diese Vorschrift nicht gebunden. — Die Stolln auf den Steinkohlengruben bei Saarbrücken, welche keine tiefere Lösung zulassen, haben ein Ansteigen von $62^2/_3$ Millimeter auf 100 Meter oder $^1/_{1600}$, die übrigen von 138 Millimeter auf 100 Meter oder $^{89}/_{6400}$; nach dem sächsischen Berggesetz darf das Ansteigen nicht unter 30 und nicht über 100 Millimeter d. i. zwischen $^3/_{10000}$ und $^1/_{1000}$ betragen. Die Mansfeldischen Stolln haben ein sehr schwaches Ansteigen; der Froschmühlenstolln 12 bis 18 Millimeter auf 100 Meter, der Zabenstädter Stolln nur 12 Millimeter auf 100 Meter, der Schlüsselstolln 22 Millimeter auf 100 Meter. So haben auch die Stolln bei Schemnitz in Ungarn nur ein Ansteigen von $^1/_{6000}$. Bei dem österreichischen Salzbergbau[8]) dagegen giebt man den Stolln zu Ischl $^1/_{50}$ bis $^1/_{33}$, dem Theresienstolln daselbst fast $^1/_{30}$, ebenso den Stolln in den übrigen Salzbergen, nur der Stolln im Dürrenberge bei Hallein hat ein geringeres Ansteigen von $^1/_{72}$; man ist hier allerdings genöthigt, die Wasser schnell abzuführen, doch hat man sicher zu hoch gegriffen. Der über 2 Meilen lange Ernst-August-Stolln im Harz hat ein Ansteigen von 67 Millimeter auf 100 Meter. — Uebrigens hat man bei der Wahl des Ansteigens überall die Art der Förderung im Stolln zu berücksichtigen. Die Flügelörter erhalten meist ein stärkeres Ansteigen, als die Hauptstolln. Stufen, Gesprenge sind bei Erbstolln nach den alten Bergordnungen nur mit Erlaubniss der Behörde gestattet und dann grösstentheils nur zum Schutz der Hauer vor Ort, auch wohl, wenn aus dem Hauptstolln, der viele Wasser führt, ein Nebenstolln abgeht, welcher weniger Wasser aufnimmt, damit die Wasserspiegel möglichst gleiches Niveau erhalten.

Die Controle des Betriebes erfolgt in Bezug auf die Dimensionen durch häufiges Nachmessen, in Bezug auf die Richtung durch Aushängen und Beobachten der Brahme; das Ansteigen wird durch den Arbeiter mittelst Setzwage und langer Fusslatte controlirt, durch Nivelliren Seitens des Markscheiders bei Gelegenheit des Nachtragens; auch die Beobachtung des Wasserstandes bietet eine indirecte Controle.

Die Beschleunigung des Stollnbetriebes, welche in den meisten Fällen wünschenswerth ist, erfolgt durch verschiedene Mittel:

[8]) Huyssen: Der Salzbergbau in Deutsch-Oesterreich in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 2 B. S. 8.

1. durch stärkere Belegung, indem man die Arbeiter nur kürzere Zeit vor Ort und häufiger abwechseln lässt, doch steigt die Leistung nicht im Verhältniss zur Vermehrung der Arbeiter; 2. durch Voraustreiben eines Einbruchortes oder Sitzortes, bei Tunneln Directionsort, Richtort, Richtstolln genannt, was aber nur bei grossen Dimensionen möglich und dabei kostbar ist; 3. durch den Betrieb von Gegenörtern: man teuft in der Richtungslinie des Stollns seigere oder tonnlägige Lichtlöcher, mit Wasserhaltung versehene Schächte ab, welche zum Theil auch der Wetter wegen nothwendig werden würden, und stellt dieselben so, dass sie nicht unmittelbar auf den Stolln zu stehen kommen, sondern erst durch eine kurze Verbindungsstrecke mit diesem durchschlägig werden; die Entfernung solcher Lichtlöcher war früher 100 bis 200 Meter, jetzt 600 bis 800 und nicht über 3300 Meter. Sobald das Lichtloch die Sohle des Stollns und das Verbindungsort die Stollnrichtung erreicht hat, wird von hier aus dem vom Mundloche her kommenden Hauptorte entgegengefahren und gleichzeitig in der Richtung des Hauptortes ins Feld aufgehauen, nach beiden Seiten hin, bis der Durchschlag mit dem entgegenkommenden Orte erreicht wird. Solcher Gegenortsbetrieb ist bei den Stolln im Mansfeldischen seit langen Jahren ausgedehnt durchgeführt; der Ernst-August-Stolln wurde von 10 Punkten aus mit 9 Oertern und 9 Gegenörtern betrieben und obwohl dieselben nicht alle gleichzeitig belegt werden konnten, in einer Länge von 11366 Metern binnen 12 Jahren und 11 Monaten vollendet. Schwierig ist dabei die Innehaltung der Richtungslinie, schwieriger noch die des gleichmässigen Ansteigens, was nur durch die aufmerksamsten und wiederholten markscheiderischen Angaben und Controlirung der ausgehängten Brahmen zu erreichen ist; dabei ist das Einschlagen des höheren, also vorwärts liegenden Orts mit etwas tieferer Sohle nicht so unangenehm, als das Umgekehrte, doch muss man suchen, auch jenes nach Möglichkeit zu vermeiden.

Die Art des Betriebes erfolgt im Gestein in der Weise, dass in der ganzen Ortsbreite in einer dazu geeignet befundenen Schicht Einbruch gewonnen wird, was meistentheils mittelst Schiessarbeit, seltener mittelst der Keilhaue oder Schlägel und Eisen zu geschehen hat; demnächst wird in gleicher Weise das über oder unter dem Einbruch in der Ortshöhe anstehende Gestein in angemessenen Strossen nachgenommen; am zweckmässigsten ist es, wenn der Einbruch in oder nahe in die Sohle gelegt werden kann, weil die Firstenstrossen leichter zu bearbeiten sind. Dabei rücken der Einbruch und die zunächst belegenen Strossen den Firstenstrossen voraus, wodurch es möglich wird, eine grössere Anzahl Arbeiter gleichzeitig anzulegen. Die Wasserseige wird nach Ausgewinnung der ganzen Ortshöhe und mit besonderer Sorgfalt hergestellt. Innerhalb der Lagerstätten richtet sich die Arbeit nach der Natur derselben, wodurch die Art und Weise der Gewinnung bestimmt wird; auch ist dabei massgebend, ob die Mächtigkeit der Lagerstätte für die Ortsdimensionen

hinreicht, oder ob noch ein Theil des Nebengesteins hereingenommen werden muss, im letzteren Fall dient die Ausgewinnung der Lagerstätte als Einbruch. Wenn der Stolln durch lockeres, gebräches oder gar schwimmendes Gebirge, andrerseits durch alten Mann hindurchgetrieben werden muss, hat man Abtreibezimmerung anzuwenden, welche aber erst in einem späteren Abschnitt zur Erörterung gezogen werden kann. Man muss den Stolln von vorn herein so herstellen, dass er dauerhaft steht und möglichst wenig Reparaturen erfordert. Zu dem Zwecke zieht man in festem, ganzem Gestein die Stösse nach der Firste etwas zusammen und giebt dem Profil eine Spitzbogenform; wo man nach den Erfahrungen ein allmäliges Druckhaftwerden des Gebirges vermuthen muss, oder wo das Gebirge schon beim Auffahren sich weich und unganz zeigt, hat man das Ort auszukleiden, wozu man für wichtige, lange offen zu haltende Stolln besser Mauerung, als Zimmerung wählt und diese unmittelbar nach dem Auffahren des Raums einbringt, indem durch schnelle Ausführung der Mauer und Bekleidung des Gesteins dessen Verwitterung und so dem Wirksamwerden des Drucks vorgebeugt wird. Auch das Tragewerk wird der Auffahrung des Orts unmittelbar nachgeführt, um schon während des Betriebs die Fahrung und vorzugsweise die Förderung zu erleichtern. Wo ein Stollnstück in Bruch geräth, thut man gut, dasselbe in ganzes Gebirge zu verlegen, indem man ein Umbruchsort treibt, welches vor dem zusammenbrechenden Stollnstück einen Hilfsstolln im Hauptstolln ansetzt und denselben jenseits der Bruchstelle wieder in den Hauptstolln münden lässt.

Wenn die Lagerstätten über einer Stollnsohle dem völligen Verhau ausgesetzt sind, holt man wohl in vielen Fällen einen tieferen Stolln heran, der in der Regel viel länger, als der obere, wird, wenn nicht sehr scharf ansteigendes Gebirge vorhanden ist, wie beim Bergbau im Salzthongebirge Deutsch-Oesterreichs[9]); ein solcher Stolln ist dann viel kostspieliger und bringt oft nur mässige Seigerteufe ein, weshalb man seinem Betriebe eine sorgfältige Erwägung über seine Rentabilität vorhergehen lassen muss, ob nicht die Anlage eines Tiefbaues, wie in sehr vielen Fällen, vorzuziehen sein wird. Mehre Stolln untereinander zerlegen das Gebirge gewissermassen in Etagen und erfüllen dann Aehnliches, wie die Sohlen in Tiefbauanlagen, auf welchen Gegenstand zurückzukommen ist.

Von Interesse dürfte es sein zu erwähnen, dass Drinker in seinem unten angezogenen Werke eine Geschichte über den Betrieb im Gestein bei den alten und neuen Völkern geliefert hat[10]). Aus neuester Zeit ist eines der bemerkenswerthesten Unternehmen der von Adolf Sutro zur Lösung des Comstockganges in Nevada betriebene Sutrostolln. Derselbe

[9]) Huyssen a. a. O. Bd. 2 B. S 7.

[10]) Drinker: a treatise on Tunneling, Explosive Compounds and Rock Drills. New-York. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 24. p. 434 ssq. Vol. 25. p. 40 ssq.

wurde am 19. October 1869 begonnen und erreichte am 8. September 1878, also nach nahezu 9 Jahren bei einer Länge von 6141 Meter den Durchschlag mit der Savage-Grube, welche er in einer Tiefe von 500 Meter löste. Ursprünglich waren 4 Lichtlöcher in Entfernungen vom Mundloche von 1240, 2810, 4048 und 5466 Meter zum Betriebe von Gegenörtern projectirt, doch erreichten nur die beiden ersten in Tiefen von 159, beziehungsweise 317 Meter das Stollnniveau, während die beiden anderen wegen zu starken Wasserandranges nicht niederkamen, so dass von dem letzten Lichtloche her der Stolln in der Länge von 3335 Meter mit künstlicher Ventilation in einem Schlage hergestellt werden musste[10a]).

B. Schächte.

Die Schächte dienen zur Ausrichtung:

1. unter Stollnsohlen,
2. im unverritzten Gebirge.

Die Ausrichtung durch Schächte unter Stollnsohlen wird nothwendig nach Erschöpfung der gangbaren Sohlen oder wenn die Heranholung des neuen tieferen Stollns zu viel Zeit erfordert, so dass die Grube inzwischen zum Erliegen kommen würde; hier etablirt man also einen provisorischen Tiefbau.

Die Ausrichtung durch Schächte im unverritzten Gebirge wird nothwendig bei ganz flacher Gestalt der Oberfläche, bei söhliger oder fast söhliger Lagerung, wie bei dem Steinkohlenbergbau in der Nähe von Newcastle, bei Bedeckung der Lagerstätten mit jüngerem Gebirge, wie bei den Steinkohlenflötzen unter dem Kreidemergel in Westfalen.

Mittelst der Schächte bewirkt man im Allgemeinen die Ausrichtung schneller, als mittelst Stolln, sie geben mit derselben Seigerteufe um so mehr Feld auf der Lagerstätte, je flacher die Neigung derselben ist. Ausser zur Ausrichtung dienen die Schächte zu manchen anderen Zwecken, wie zur Förderung, Wasserhaltung, Wetterführung, Fahrung, auch zur Unterstützung des Betriebes bei Stollngruben, wo deren Zahl sogar grösser zu sein pflegt, als bei Tiefbauen.

Tiefbauschächte müssen, ähnlich wie Stolln, Veranstaltungen haben zur Förderung, Fahrung, zur Wetterführung wenigstens während des Abteufens und der ersten Zeit des Betriebes, ausserdem zur Wasserhaltung. Oft vereinigt ein Tiefbauschacht alle diese Zwecke gleichzeitig für ein bestimmtes Grubenfeld, in anderen Fällen sind diese Veranstaltungen auf zwei oder mehre Schächte vertheilt, wo man wohl Hauptschacht und Neben- oder Hilfsschacht unterscheidet. Werden mit dem Schacht verschiedene Zwecke verfolgt, so theilt man ihn in entsprechende Abtheilungen, Trümmer (Trümer) genannt.

[10a]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1878. S. 323.

Auf Einzelzwecke beziehen sich Benennungen[11]), welche auch auf beschränktere Schachtanlagen Anwendung finden, wie: Förderschacht (Treibschacht, Ziehschacht, Göpelschacht), Kunst- oder Pumpenschacht, Fahrschacht, Wetterschacht; zu beschränkten Zwecken hat man: Seilschächte, in denen das Förderseil geht, Stangenschächte, in denen das Pumpengestänge eingebracht ist, Rollschächte, in denen die gewonnenen Massen von einem oberen Gewinnungspunkte zur unteren Sohle abgestürzt werden, Bremsschächte, in denen die gewonnenen Massen in Fördergefässen mittelst Bremsvorrichtung von oben her zur Förderungssohle herabgelassen werden, Hängeschächte zum Einhängen von Holz und anderen Materialien in die Grube, Streckenschächte zur Verbindung übereinanderliegender Strecken unter Tage, Gesenkschächte zum Niedergehen unter die vorhandene Bausohle.

Dem mit bestimmter Absicht angelegten Schachte steht gegenüber der Versuchsschacht (Schurfschacht), welcher zur Aufsuchung von Lagerstätten oder Untersuchung deren Lagerungsverhältnisse abgeteuft wird, dem Tiefbauschacht der Stollnschacht (Lichtloch), welcher zur Unterstützung des Stollnbetriebs dient.

Die Hängebank der Schächte entspricht dem Mundloch der Stolln und ist die Oeffnung der Schächte über Tage; man erhöht die Schächte über die Oberfläche, man versieht sie mit einer Aufsattelung, indem man die Hängebank einige Lachter über den Erdboden aufzieht, um Raum für das Abstürzen der Berge (Haldensturz) zu gewinnen und die zu Tage geförderten Mineralien bequem ausstürzen zu können. Ein blinder Schacht ist ein solcher, welcher nicht zu Tage führt, der also keine eigentliche Hängebank hat.

Der Richtung nach hat man zu unterscheiden: seigere, geneigte, gebrochene Schächte. Die Schächte stehen entweder im Gestein, wobei das Durchteufen einer Lagerstätte nicht in Betracht kommt, oder in der Lagerstätte oder theils im Gestein, theils in der Lagerstätte. Schächte im Gestein sind mit seltenen Ausnahmen seiger, auch innerhalb zu Tage tretender stockförmiger Massen teufte man in früherer Zeit wohl seigere Schächte ab, doch ist man davon jetzt zurückgekommen. Geneigte Schächte treibt man meist in plattenförmigen Lagerstätten, wo sie dann der Falllinie derselben folgen, ist dies ausnahmsweise nicht der Fall, dann nennt man sie Schleppschacht. In Erzrevieren beim Gangbergbau unterscheidet man wohl seigere Schächte von 75 bis 90 Grad Neigung; tonnlägige von 15 bis 75 Grad, flache unter 15 Grad Neigung; seigere Schächte im Gestein heissen dann Richtschächte. Besser ist es, allgemein die geneigten Schächte tonnlägige oder flache zu nennen, wenn man die letztere Bezeichnung nicht für die seltenen geneigten Schächte im Gestein vorbehalten will. Seigere Schächte sind zur

[11]) André: a practical treatise on Coal Mining. London 1875. p. 230.

Ausrichtung unentbehrlich: bei der Durchteufung lockerer Massen (Senkschächte), wenn jüngere Formationen die Lagerstätten überlagern, wenn Wasser abzusperren sind, bei gefalteten Schichtenbau, bei sehr flacher, söhliger oder fast söhliger Lagerung, bei häufigem Wechsel der Neigung und Störungen der Lagerstätten. Sie haben den Vortheil, dass sie eine gewisse Tiefe auf dem kürzesten Wege erreichen, was auch wichtig für Förderung und Wasserhaltung ist, dass sie grössere Haltbarkeit, schon wegen der lothrechten Stösse, besitzen, dass sie einen Minderaufwand an Materialien zur Unterstützung und Befestigung der Stösse, bei der Förderung, Wasserhaltung bedürfen, dagegen führen sie den Nachtheil mit sich, dass sie grössere Anlagekosten verursachen und die Gebirgsschichten durchschneiden, daher Wasser zuführen. Dennoch bleiben sie immer die Regel, die tonnlägigen die Ausnahme. Dieselben waren in früherer Zeit wegen Verleihung des Bergwerkseigenthums nach gestreckter Vermessung und in kleinen Feldern häufiger und vorherrschend, weil in solchen Feldern die Abteufung eines seigeren Schachtes nicht lohnte und innerhalb des Feldes gar nicht möglich war. Als Vortheile der tonnlägigen Schächte werden bezeichnet: die Gewinnung von Mineralien schon während des Abteufens des flachen Schachtes, was sich aber durch die für den Schacht stehen zu lassenden Sicherheitspfeiler reichlich ausgleicht, ferner die Untersuchung über die Natur der Lagerstätte, in welcher der Schacht abgeteuft wird, weiter die Möglichkeit aus dem Schacht mit Strecken ansitzen, also die Vorrichtung erleichtern zu können, was wie die Untersuchung der Lagerstätte sich immer nur auf die eine, in welcher der Schacht steht, bezieht; sind mehre Lagerstätten vorhanden, so greifen für diese jene Vortheile nicht Platz, indem vom Schachte aus die übrigen Lagerstätten immer erst durch Querschläge besonders ausgerichtet werden müssen; der flache Schacht bleibt bei gestreckter Vermessung im eigenen Felde; als wichtigster Vortheil ist der zu bezeichnen, dass die Wasserzugänge geringer sind, weil die Gebirgsschichten nicht durchschnitten werden, was von Bedeutung ist, wenn man unter Wasseransammlungen bauen will. Die Nachtheile der tonnlägigen Schächte bestehen: in Verlust an Pfeilern, Vermehrung der flachen Teufe verglichen mit der erlangten Seigerteufe, wodurch grösserer Materialaufwand und höhere Förder- und Seilkosten entstehen, was um so mehr hervortritt, je schwächer die Neigung ist; die flachen Schächte sind wandelbarer, ihre Befestigung schwerer aufrecht zu halten, als bei seigeren Schächten; sie können unter Umständen, bei stark wechselndem Fallwinkel, bei Störungen in der Lagerstätte sehr kostspielig werden. Sie sind daher für wichtige Anlagen als Ausnahmen zu betrachten und müssen durch concrete Verhältnisse gerechtfertigt werden, für Geviertfelder und grosse Grubencomplexe ist nur der seigere Schacht angemessen; nicht selten aber kommen die flachen Schächte unter Tage als blinde Schächte vor, tragen dann aber häufig nur den Charakter abfallender Strecken, geneigter Ebenen in England.

Die dritte Art von Schächten, die gebrochenen, sind zur eigentlichen Ausrichtung nicht häufig, da sie die Förderung erschweren, besonders gestaltete Fördergefässe und specielle Vorrichtungen am Brechungspunkte bedingen, zur Förderung im Gestell ungeeignet sind; auch für die Wasserhaltung ist ein Bruch im Gestänge erforderlich, was den Betrieb erschwert. In den meisten Fällen dient der seigere Theil des Schachtes nur zum Aufwärtsleiten der Seile, der Kunstgestänge, der Stangenvorgelege u. dgl. m. Ist der seigere Schacht wenig tief, so nennt man ihn in Sachsen vorgeschlagener Schacht.

Der Grundriss der Schachtscheibe[12]).

1. Tonnlägige Schächte sind wohl immer rechteckig, wenn nicht etwa die Lagerstätte eine bedeutende Mächtigkeit hat und dann ganz weggenommen wird; durch Einbringung von Mauerung kann der Grundriss allerdings später geändert werden. Der lange Stoss wird in das Streichen der Lagerstätte gelegt, da als Regel gilt, die Achse des Schachtes parallel der Falllinie zu halten. Da die Lagerstätte nicht überall gleiche Neigung hat, so ist häufig eine Ausgleichung der Tonnlage erforderlich, was durch Nachreissen des Nebengesteins geschieht; wenn dies aber nicht möglich ist, so erfolgt eine Abrundung der Bruchstellen in der Neigungslinie und ein allmäliges Ausgleichen der verschiedenen Neigungen; dabei hat man zu beobachten, dass ein convexer Bruch im Liegenden besser ist, als im Hangenden.

2. Bei gebrochenen Schächten ist der seigere Theil meist dem tonnlägigen angepasst, daher rechteckiger Grundriss mit dem langen Stoss im Streichen.

3. Seigere Schächte haben sehr verschiedene Formen.

a) Die rechteckige Form gilt als die beste in Bezug auf die Schachtzwecke und die regelrechte Eintheilung in Trüme; sie ist anwendbar, wenn das Gestein gesund ist, keine Wasser oder nur mit geringem Drucke abzusperren sind und die Befestigung der Stösse durch Holz erfolgt. Den langen Stoss legt man ins Quergestein, weil der stärkste Druck sich im kurzen Stosse äussert, dies ist indess um so weniger nöthig, je flacher das Fallen der Gebirgsschichten ist.

b) Nächstdem wendet man quadratische oder angenähert quadratische Form an, wobei die Unterstützung nach allen Seiten gleichen Widerstand leisten kann; dabei ist die spiesswinkelige Stellung zu vermeiden wegen des schwierigeren Einbruchs und des kostbareren Abteufens.

c) Die runde Form ist sehr vortheilhaft wegen Abhaltung des Drucks, auch geht das Abteufen schneller und billiger, weil das Ausarbeiten der Ecken bei rechtwinkeligem Grundriss besondere Sorgfalt erfordert. Man ist in Deutschland bislang gegen die runden Schächte eingenommen gewesen, weil ein Theil der Schachtscheibe angeblich nicht nutzbar gemacht

[12]) André a. a. O. p. 231.

werden kann, indem die Schachtzimmerung zur Eintheilung der Trümer Segmente der Schachtscheibe nutzlos abschneidet; in England, wo die runde Form die gebräuchlichste ist, umgeht man diesen Verlust, indem man jene Zimmerung zum Theil vermeidet; jedenfalls kann man sich helfen, dass man nur die Fördertrüme rechteckig oder quadratisch durch Zimmerung abgränzt, die Trüme für die übrigen Zwecke aber durch die Peripherie des Schachtes theilweise begränzen lässt. Auch in Deutschland befreundet man sich in neuerer Zeit mit den runden Schächten mehr und mehr und erkennt ihre grossen Vortheile an. Wetterschächte teuft man gern und in der Regel rund ab, mögen sie im Gestein stehen oder ausgemauert werden müssen, weil dadurch dem sich in ihnen bewegenden Wetterstrom der geringste Widerstand geboten wird.

d) Die elliptische Form kommt meist nur in Verbindung mit Mauerung vor; ist nur Gebirgsdruck abzuhalten, so kommt die lange Achse ins Quergestein. Die elliptischen Schächte haben im Allgemeinen dieselben und wegen der theilweise bedeutenderen Krümmung der Peripherie grössere Unbequemlichkeiten, als die runden, ohne deren Vorzüge.

In manchen Fällen ist für die Wahl des Grundrisses das Unterstützungsmaterial und das Bedürfniss zur wasserdichten Auskleidung entscheidend. Wasserdichte Schächte macht man:

1. bei Zimmerung und horizontaler Holzlage
 a) rechteckig bei mässigem Druck,
 b) quadratisch bei stärkerem Druck,
 c) regelmässig polygonal, als Uebergang zur runden Form, unter bedeutenden Druckhöhen, wie in Belgien, Steinsalzschacht zu Artern,
 d) rund bei fassartiger Zimmerung, wie die älteren Bohrschächte von Kind;
2. bei Mauerung:
 a) rechteckig mit vier bogenförmigen Mauern bei mässigem Druck,
 b) quadratisch mit eben solchen Mauern bei stärkerem Druck,
 c) rund für bedeutenden Druck,
 d) elliptisch in ähnlichen Fällen, doch ist diese Form, wie schon erwähnt, unzweckmässig;
3. bei Eisen ist allein die runde Form anwendbar.

Dieselben Formen in Bezug auf die verschiedenen Materialien werden auch für Senkschächte, welche durch schwimmendes Gebirge hindurch getrieben werden, benutzt, will man aber ausbaggern und in todtem Wasser senken oder ist die Mächtigkeit bedeutend, dann kann man nur die runde Form wählen.

Die symmetrisch achteckige Form kommt vor bei der verlorenen Zimmerung, wenn man später mit vier Mauern abschliesst und die äusseren Ecken abstutzt; mauert man erst später ganz von Unten herauf, so ist die verlorene Zimmerung auch wohl regelmässig achteckig.

Die Dimensionen des Schachtes und die Aneinanderreihung der Trüme sind sehr verschieden und richten sich nach der Natur des Bergbaues, nach den benutzten Umtriebsmaschinen, ob Dampf- oder hydraulische Maschinen. Ein vollständiger Tiefbauschacht enthält aber mindestens 2 Fördertrüme, 1 Kunsttrum und meist 1 Fahrtrum; in England hat man auch eintrümige Förderschächte, wo dann häufig von einer Dampfmaschine 2 oder auch mehre solcher Schächte betrieben werden, wie man

Fig. 212.

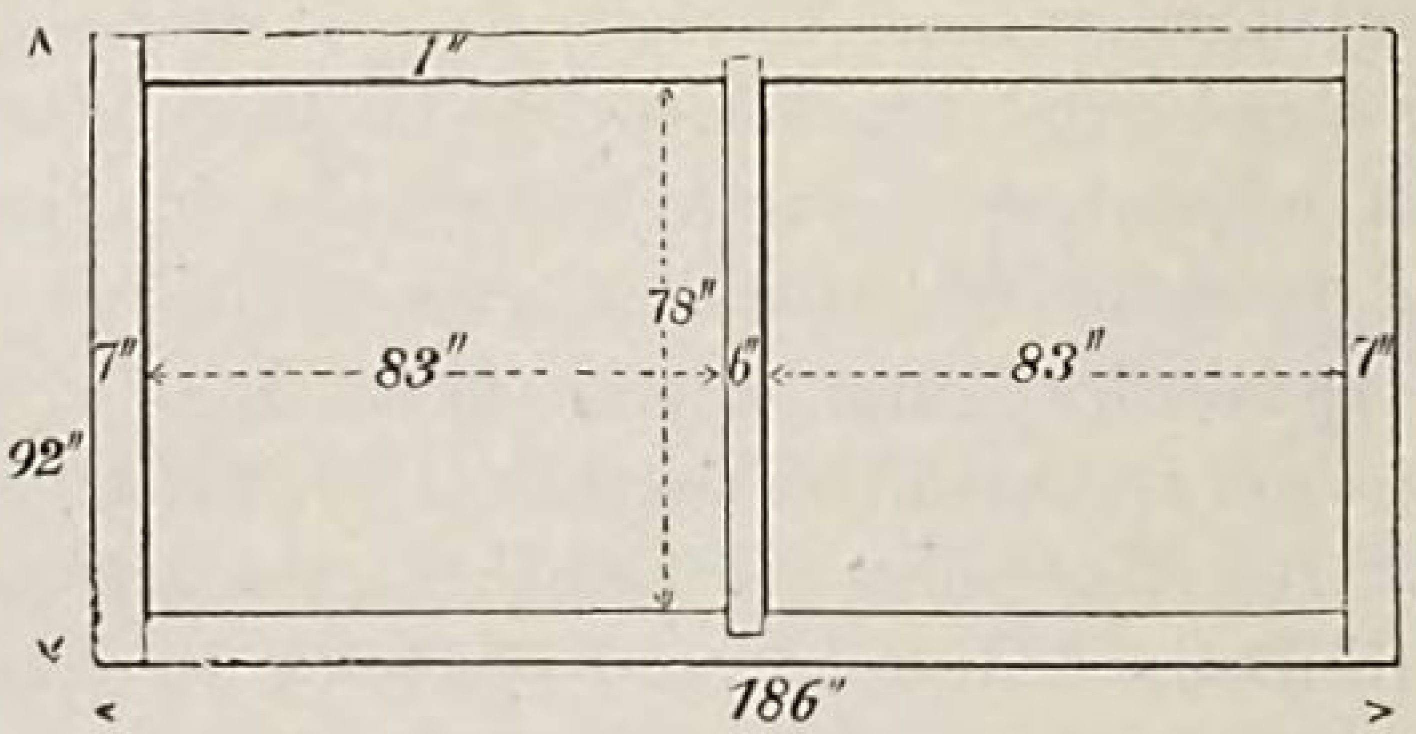
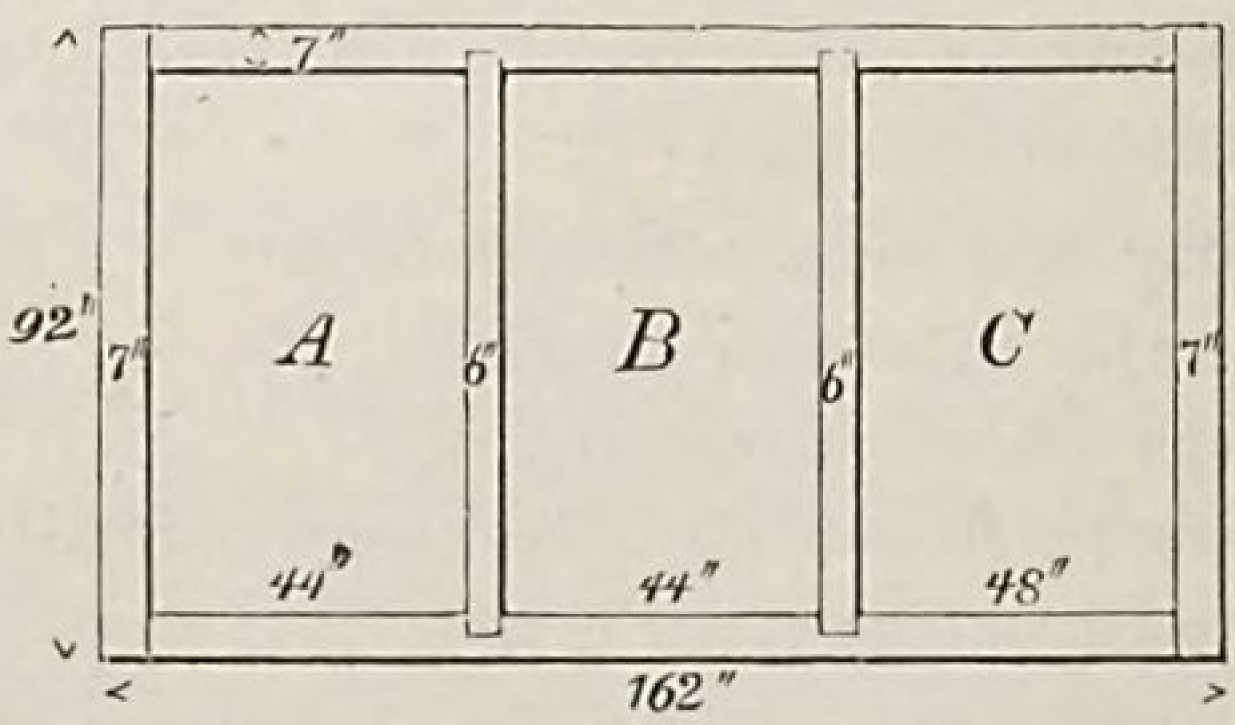


Fig. 213.



beispielsweise auch bei dem Bergbau auf Bernstein bei Nortycken im Samlande, wo man gezwungen war, mit engen Dimensionen niederzugehen, zwei eintrümige Förderschächte abgeteuft hat, aus denen eine gemeinschaftliche Dampfmaschine fördern sollte. Will man in einem eintrümigen Förderschacht mit 2 Fördergefässen fördern, so muss man an der Stelle, wo sich dieselben begegnen, eine Ausbauchung (meeting) anbringen[13]). Die Berechnung der Dimensionen muss für jeden concreten Fall besonders vorgenommen werden.

Als Beispiele von dem Querschnitt und den Dimensionen mögen folgende dienen.

Fig. 212. Skalleyschacht No. I. auf der Steinkohlengrube Duttweiler bei Saarbrücken hat nur 2 Fördertrüme für 2 nebeneinander stehende Förderwagen von je 10 Centner Ladung.

Fig. 213. Skalleyschacht No. II. ebendaselbst enthält in A und B 2 Fördertrüme, in C den Fahr- und Pumpenschacht; in den Förderschächten

[13]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt: Der Steinkohlenbergbau in England und Schottland in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10. S. 87.

gingen Fördergerippe, welche 4 Förderwagen von je 10 Centner Ladung in 4 übereinander stehenden Etagen aufnehmen konnten.

Fig. 214. Der alte Schacht auf der Steinkohlengrube Constantin der Grosse bei Bochum ist mit 4 bogenförmigen Scheibemauern ausgemauert.

Fig. 215. Der runde Schacht der Steinkohlengrube Monkwearmouth bei Sunderland hat oben 3,662 Meter, unten 4,237 Meter Durchmesser,

Fig. 214.

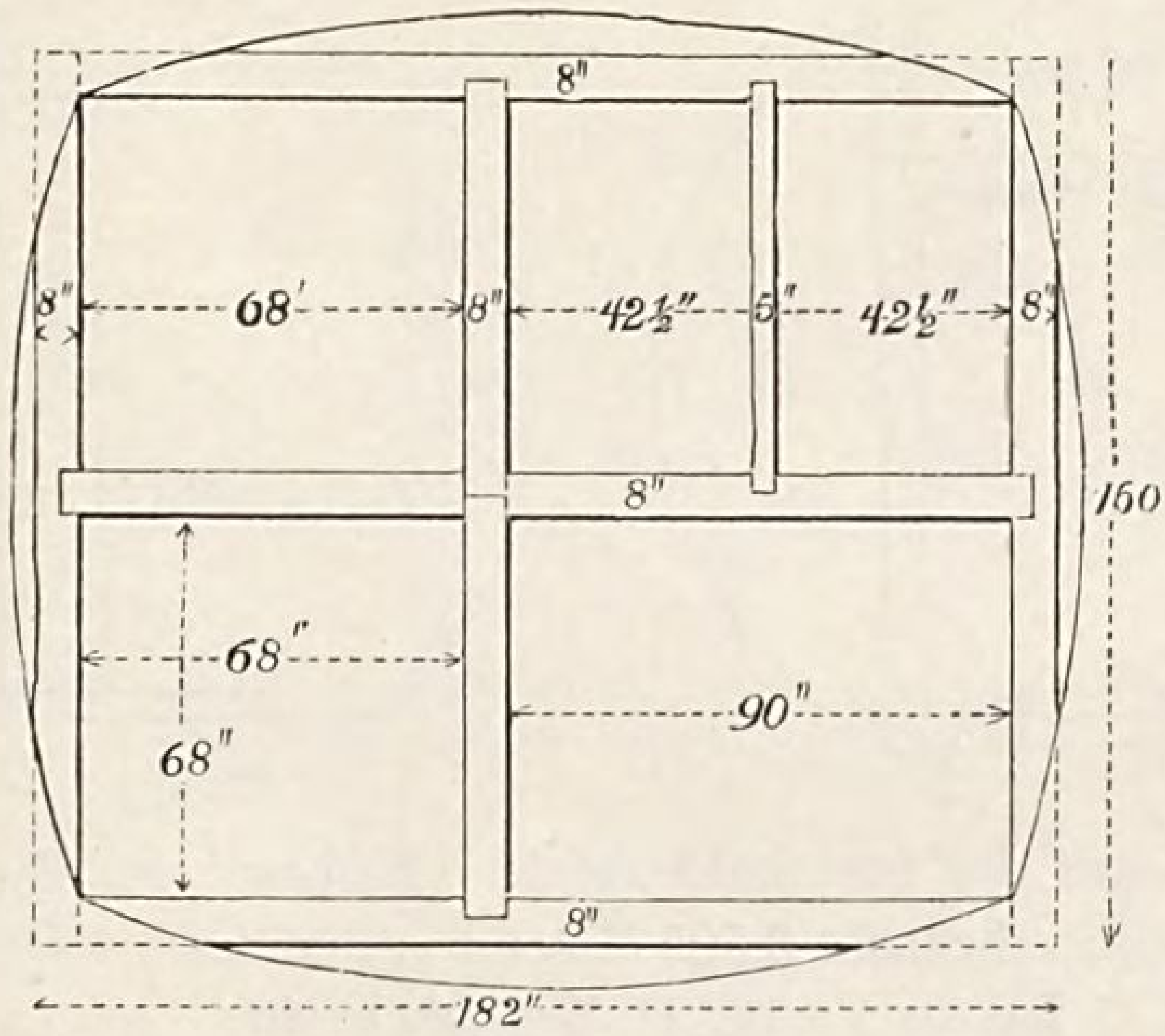


Fig. 215.

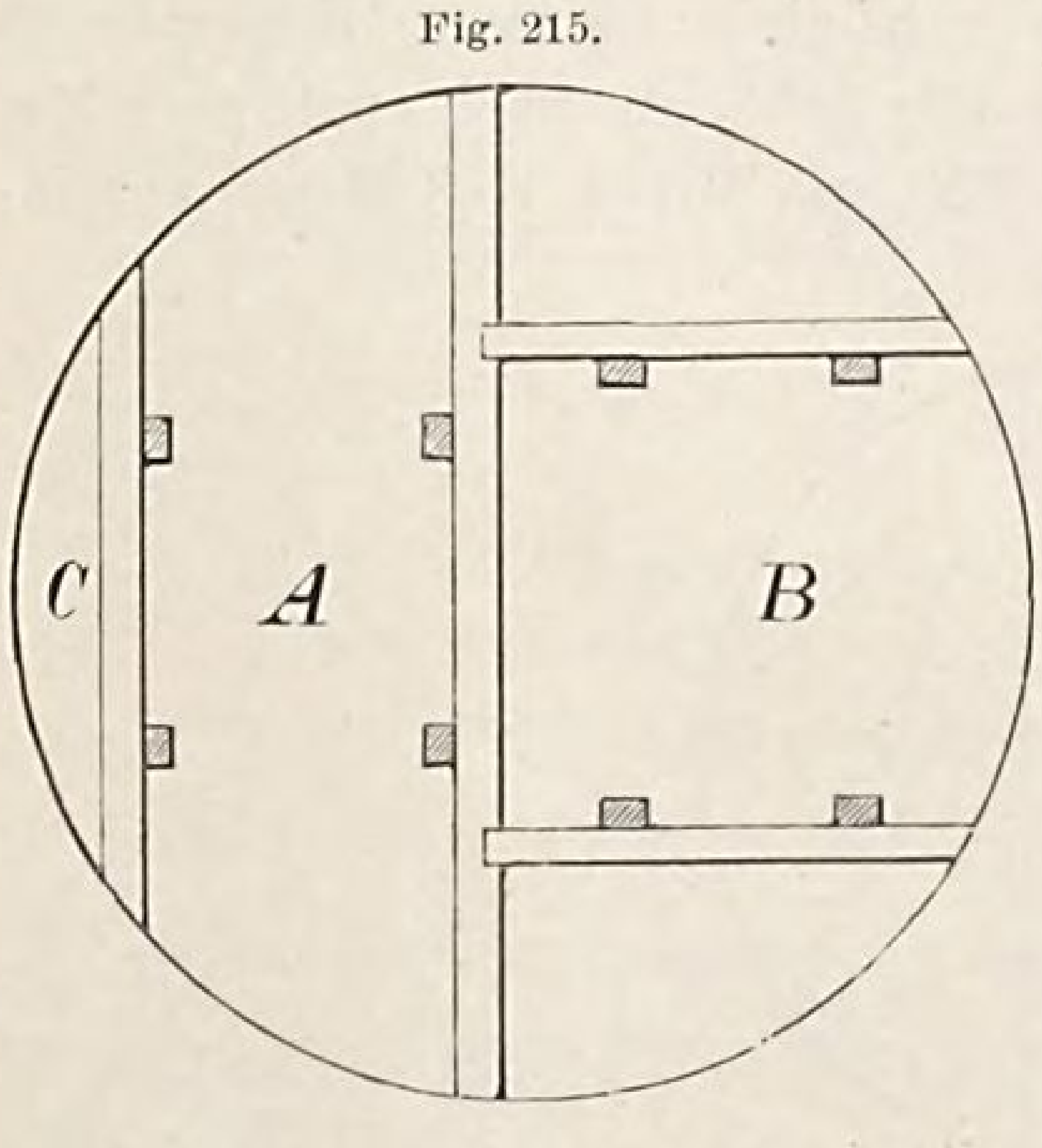
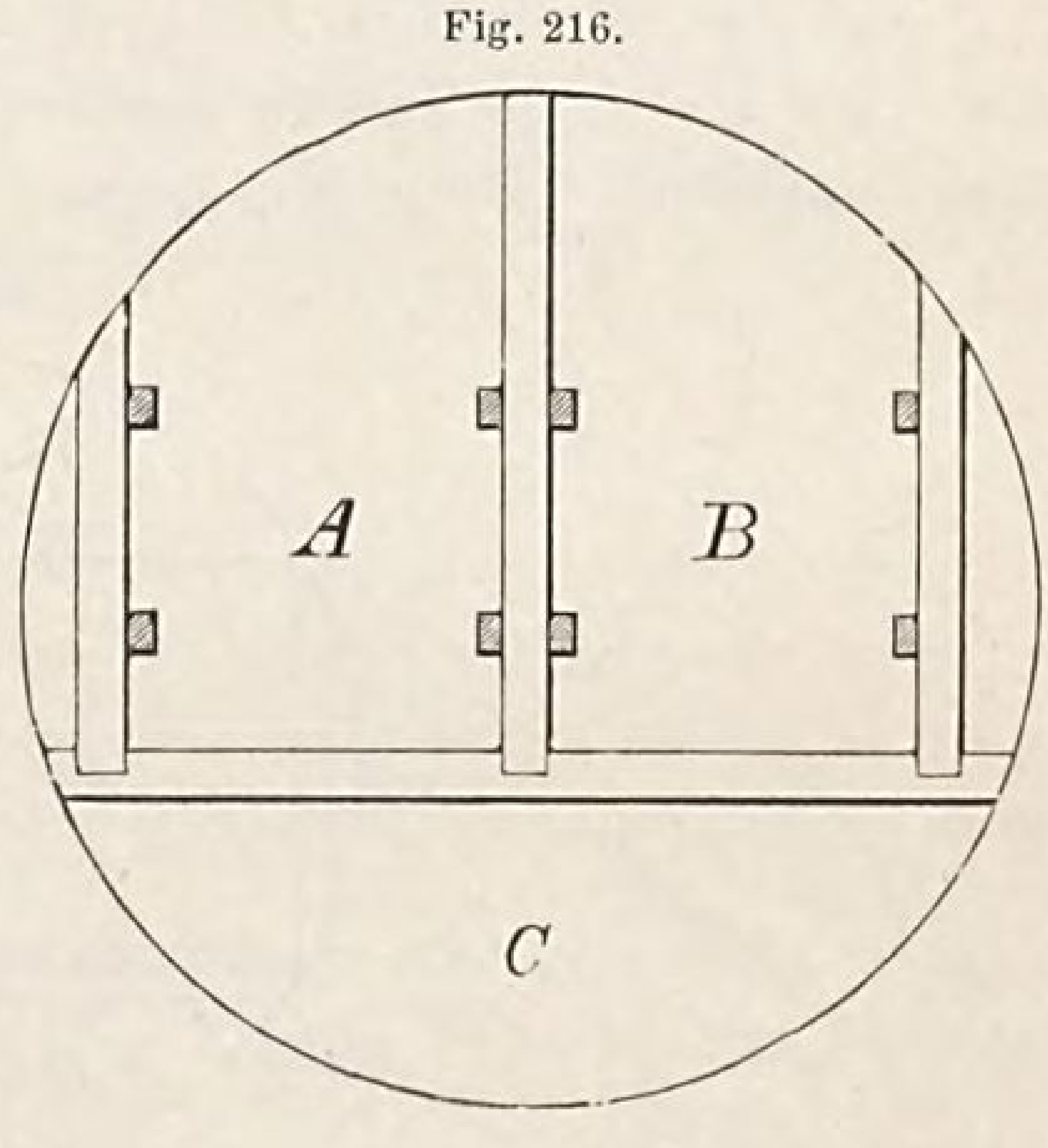


Fig. 216.



A und B sind Förderschächte, C war früher Pumpenschacht und dient jetzt zur Niederführung des Seils für die unterirdische Seilförderung, welche durch die Maschine über Tage betrieben wird.

Fig. 216. In dem runden Schacht der Steinkohlengrube Ferry Hill bei Durham sind A und B Förderschächte mit je 2 Fördertrümen, C ist Wasserhaltungsschacht.

Fig. 217. Der Schacht der Steinkohlengrube Hibernia bei Gelsenkirchen in Westfalen hat 3,627 Meter im Durchmesser, enthält in A das

Fördertrum für 2 hintereinander stehende Förderwagen von 7 Centner Ladung, B ist Kunstschacht, C Fahrschacht.

Fig. 218. Auf der Steinkohlengrube Shamrock bei Herne in Westfalen hat der 3,962 Meter weite Schacht ähnliche Verhältnisse; der Förderschacht A dient gleichfalls für 2 hinter einander stehende 7 Centnerwagen, B soll Fahrschacht sein, C ist Wetterschacht, D Pumpenschacht.

Fig. 217.

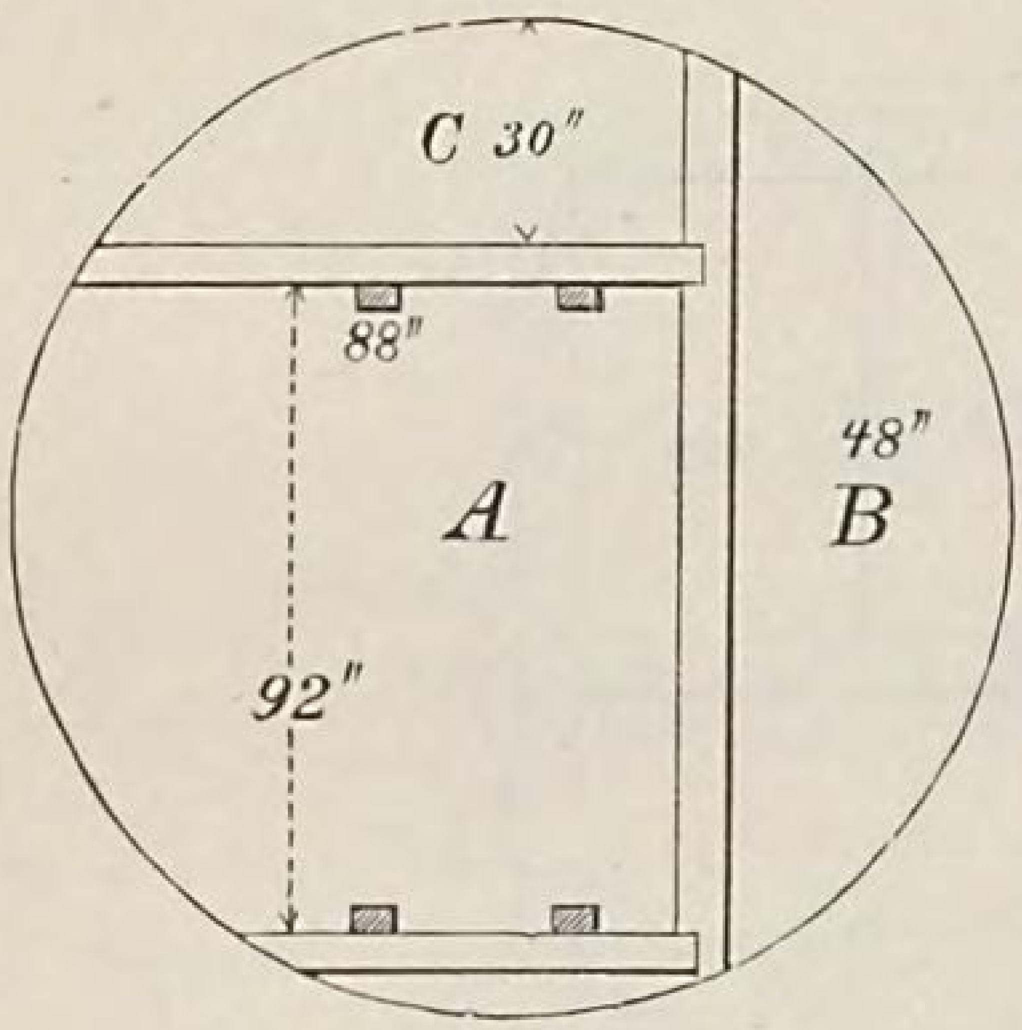


Fig. 218.

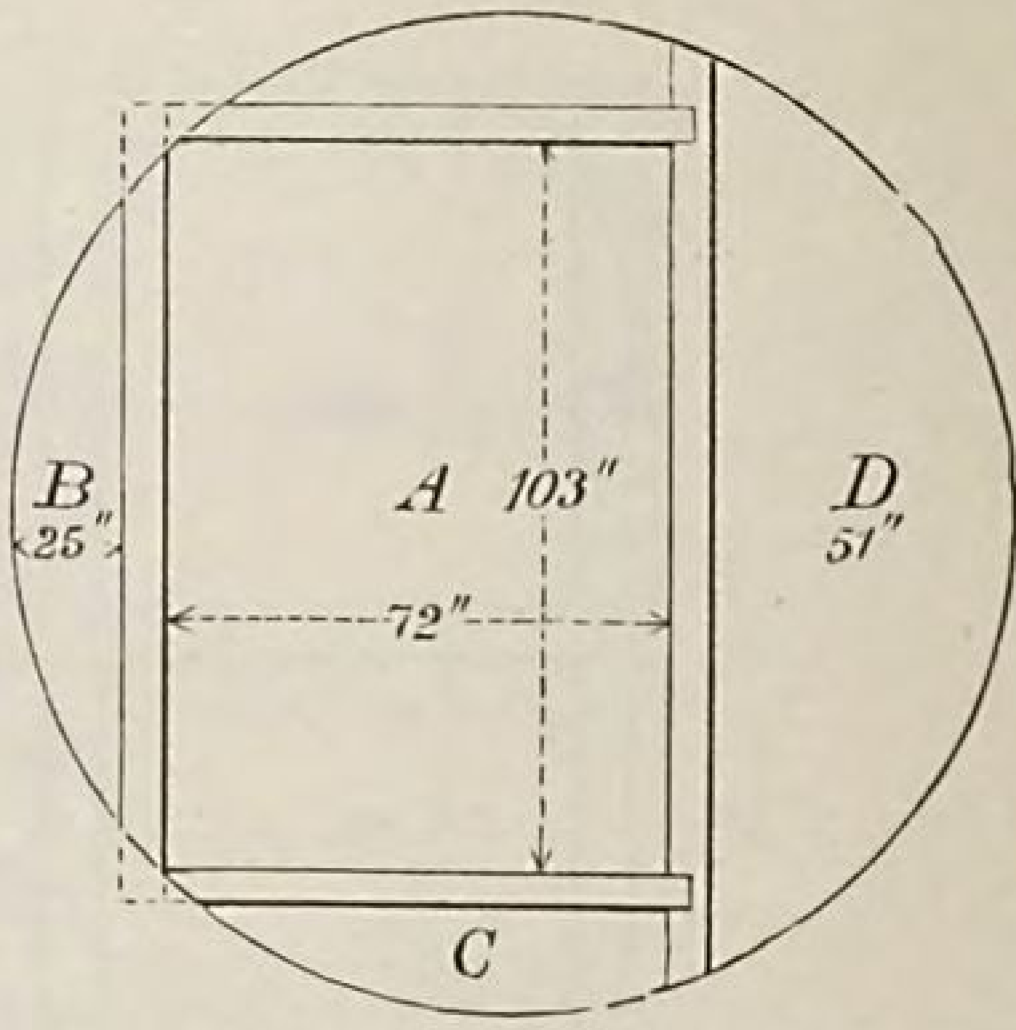


Fig. 219. Auf der Steinkohlenzeche Dahlbusch bei Gelsenkirchen hat der rund abgebohrte Schacht 3,505 Meter Durchmesser, A ist Förderschacht, B Fahrschacht, C Kunstschacht, D Wetterschacht.

Auf der fiskalischen Steinkohlengrube Königin Luise in Oberschlesien sind zwei zu einem System gehörende runde Schächte nach englischer Methode abgeteuft. Dieselben liegen, Fig. 220, im Mittel 18,8 Meter auseinander, der eine hat einen Durchmesser von 5,18 Meter, der andere von 3,93 Meter. Der letztere soll ausser zur Förderung als ausziehender Wetterschacht benutzt werden, und sind deshalb zur Leitung der Förderschalen Drahtseile angebracht; in dem Hauptförderschacht sind zur Anbringung der Leitungen für 4 Förderschalen Schachtscheider eingebaut, die durch dieselben abgetheilten Segmente dienen zur Aufnahme der 0,470 Meter weiten Pumpensätze a, welche durch unterirdisch einzubauende Wasserhaltungsmaschinen betrieben werden sollen, also keines Gestänges bedürfen.

Fig. 219.

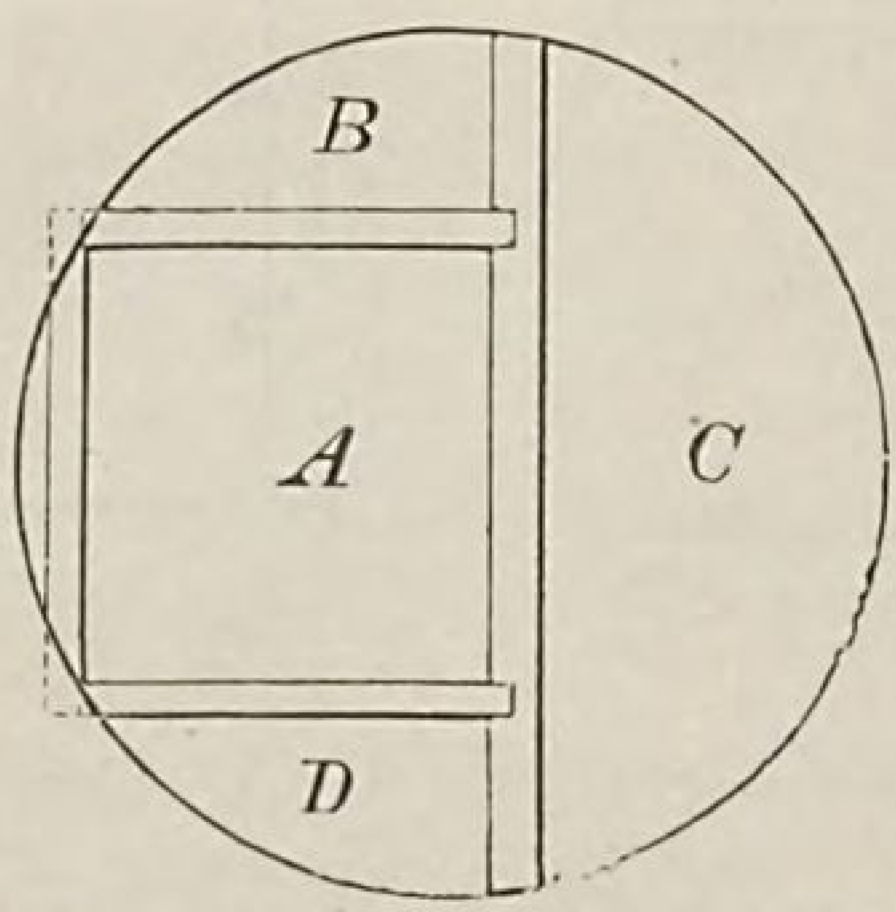


Fig. 221. Der elliptische Schacht zu Abercarne in Südwales hat 6,905 Meter in der langen, 5,022 Meter in der kurzen Achse, a a und b b sind Förderschächte, c ist Pumpenschacht.

Man sieht aus diesen Beispielen, wie die runde oder elliptische Schachtform nicht hindert, die ganze Schachtscheibe nutzbar zu machen.

Fig. 220.

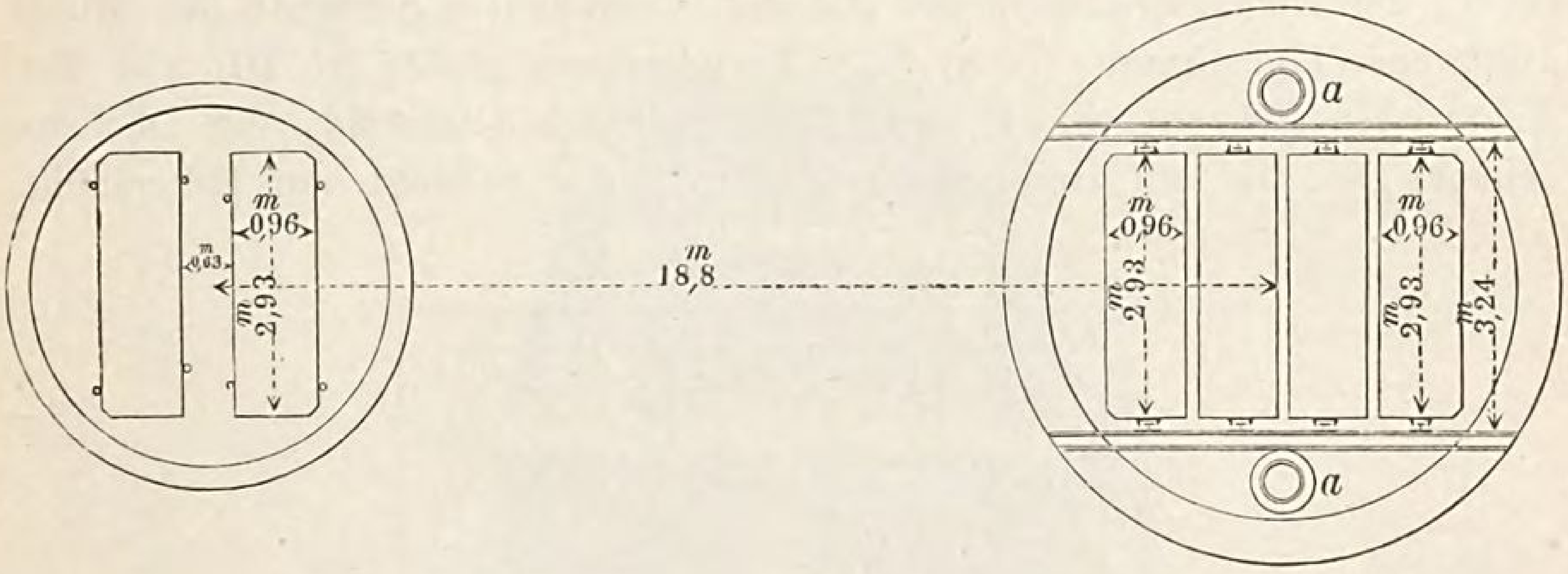
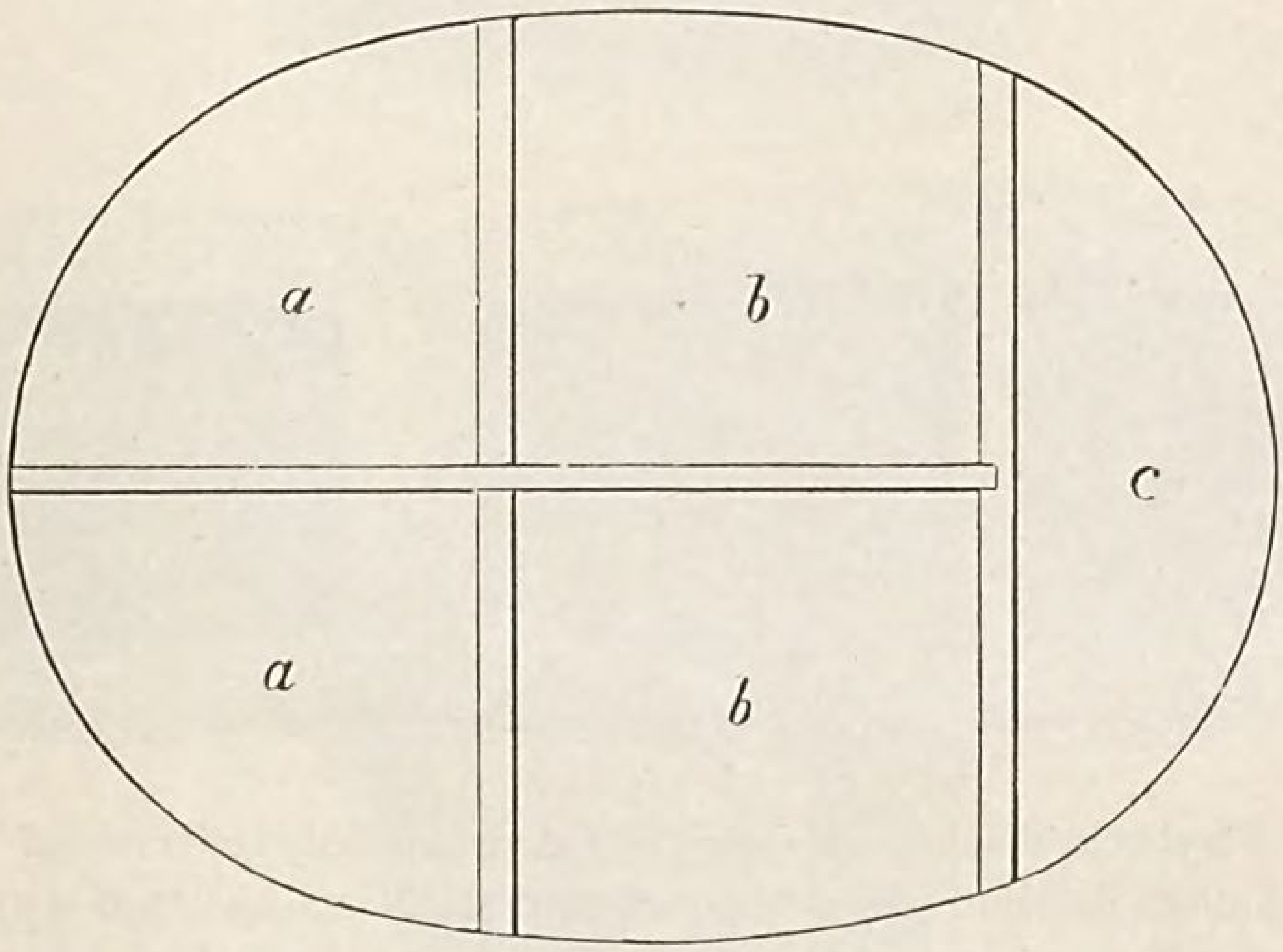


Fig. 221.



Im Mansfeldischen und auch anderwärts befolgt man gern das Princip, dass man vom Fahrschacht aus leicht zu den übrigen Schachtabtheilungen gelangen kann, so ist

Fig. 222 der Querschnitt des Schachtes Schmidt bei Eisleben, wo A den Fahrschacht, B und C die Förderschächte, D den Schacht für eine Fahrkunst, E den Pumpenschacht bildet.

Auch im Mansfeldischen hat man in neuerer Zeit vielfach die runde Schachtform gewählt[14]).

[14]) Erdmenger: der Mansfeldische Kupferschieferbergbau in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 19 B. S. 232.

In Vorstehendem ist vielfach der bei dem Steinkohlenbergbau von Saarbrücken angewendeten Schachtquerschnitte Erwähnung geschehen. Inzwischen sind von der dortigen Verwaltung die Querschnitte sämmtlicher niedergebrachter Schächte durch den Druck veröffentlicht, worauf von hier aus nur hingewiesen werden kann [15]). Aus der neueren Zeit seien besonders erwähnt der Victoriaschacht auf der Grube Gerhard-Prinz-Wilhelm (S. 5), der Richard-Schacht und die drei Camphausen Schächte der Grube Duttweiler-Jägersfreude (S. 8), die Kreuzgrabenschächte (S. 10) und der Lochwiesen Schacht (S. 11) der Grube Sulzbach-Altenwald, der Dechenschacht No. III. auf Heinitzgrube (S. 15), der Schacht auf Erkershöhe

Fig. 222.

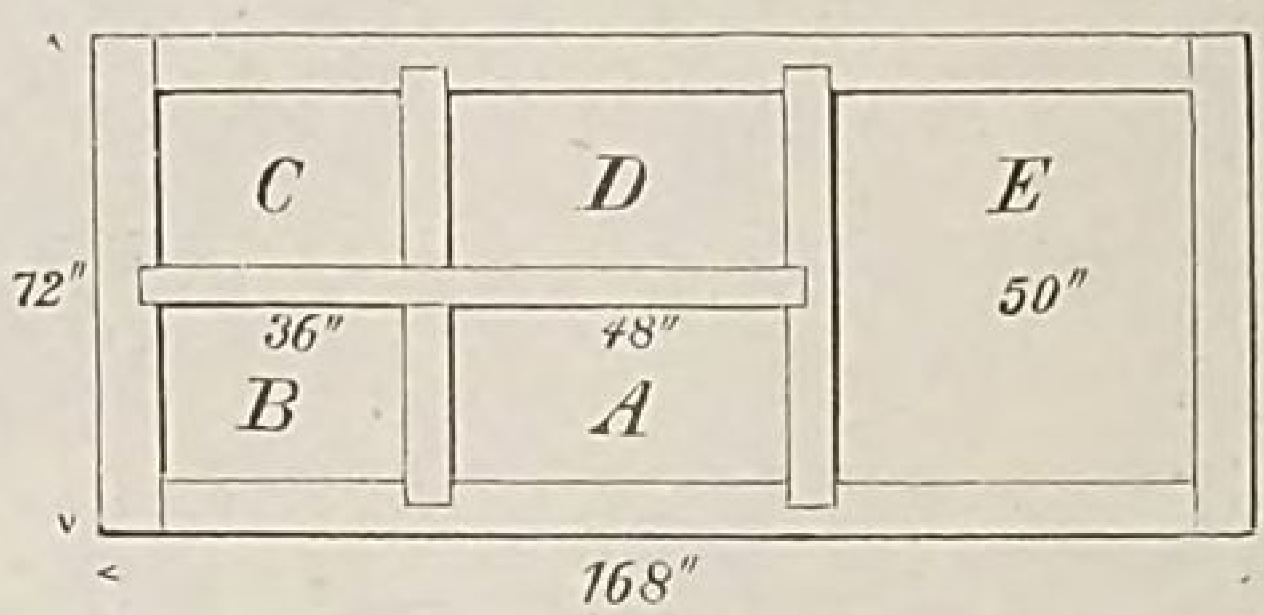
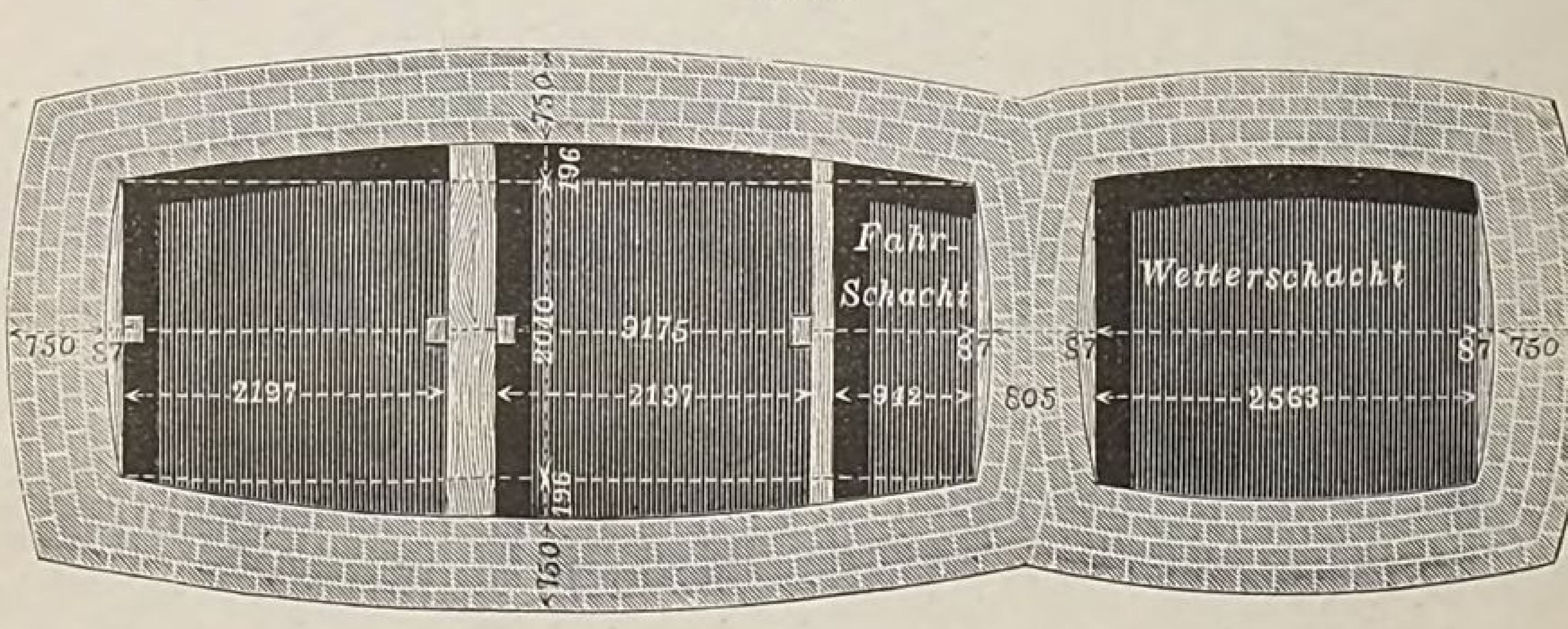


Fig. 223.



und die Maybachschächte der Grube Friedrichsthal-Quierschied (S. 17), welche sämmtlich rund abgeteuft und mit Möllons oder Backsteinen oder mit U- oder T-Eisen ausgebaut sind. Einer besonderen Erwähnung möchten von diesen Schächten noch folgende verdienen. Der Wildseitersschacht der Grube Nieder-Merchweiler (S. 13), Fig. 223, welcher 232 Meter tief ist und 4 Trümer enthält, von denen zwei zur Förderung, einer zur Fahrung, einer als Wetterschacht dient; von Tage aus ist der ganze Schacht 6 Meter tief in Quader- und Möllon-Mauerwerk gesetzt, von da ab aber nur der Wetterschacht in Backsteinen weiter ausgemauert, während der übrige Theil des Schachtes in Bolzenschrotzimmerung steht. Eine eigenthümliche Form zeigt der 140 Meter tiefe Heinitzschacht No. 4 der Grube

[15]) Schachtquerschnitte der Königl. Steinkohlengruben bei Saarbrücken. Saarbrücken 1875.

Heinitz (S. 13), Fig. 224. Derselbe sollte ursprünglich einen oblongen Querschnitt mit zwei Fördertrümern erhalten und wurde theils durch Abteufen von Tage nieder, theils durch Ueberbrechen von der Stollnsohle aus hergestellt; hierbei ereignete es sich, dass das Ueberbrechen um die ganze Schachtbreite neben dem Abteufen her fehl gefahren wurde, so dass man

Fig. 224.

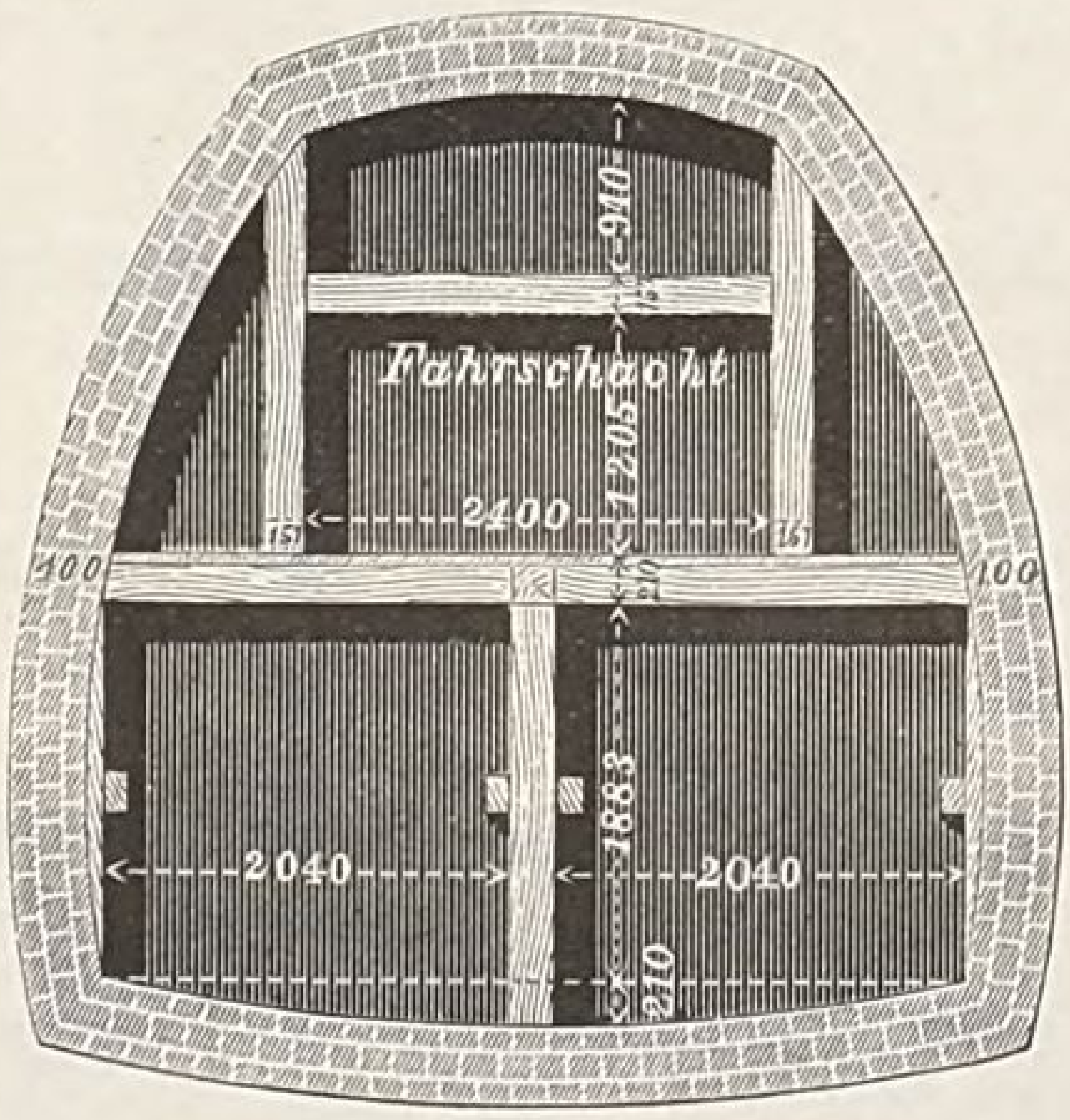
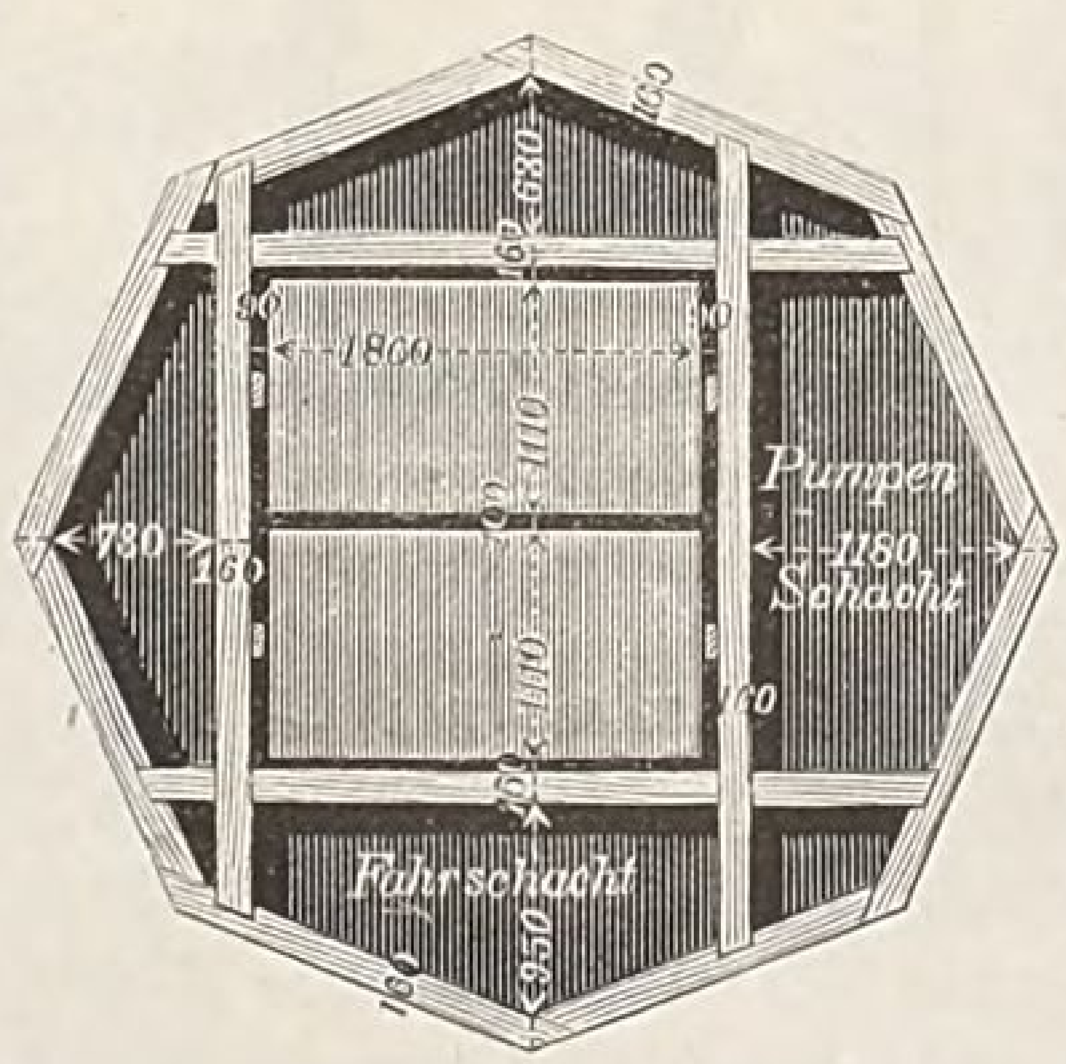


Fig. 225.



gezwungen war, den Schacht in der verzeichneten Form auszumauern. Der 57 Meter tiefe Mehlpfuhl-Schacht der Königsgrube bei Neuenkirchen (S. 16) ist in seinen oberen 27 Metern achteckig abgeteuft, Fig. 225. Im Uebrigen muss auf die interessante und lehrreiche Quelle verwiesen werden.

In der untenstehenden Quelle[16]) werden die Querschnitte und Profile einer Reihe von Schächten von neuern Steinkohlengruben im östlichen

[16]) Jahrbuch für das Berg- u. Hüttenwesen im Königreich Sachsen auf das Jahr 1879. S. 120.

Reviere des erzgebirgischen Steinkohlenbeckens dargestellt und beschrieben, worauf von hier aus nur hingewiesen werden kann.

Auf den Anthracitgruben in Pennsylvanien, wo sehr grosse Fördergefässe mit $2^1/_2$ bis 3 tons Inhalt zur Förderung dienen, richten sich die Dimensionen der Schächte nach der Form und Zahl dieser Förderwagen[17]). Der Prospect-Schacht der Luzerne Coal & Iron Company bei Wilkesbarre hat eine Länge von 12,80 Meter, eine Breite von 3,66 Meter und ist in 5 Abtheilungen getheilt, von denen vier je 2,18 Meter breit zur Förderung

Fig. 226.

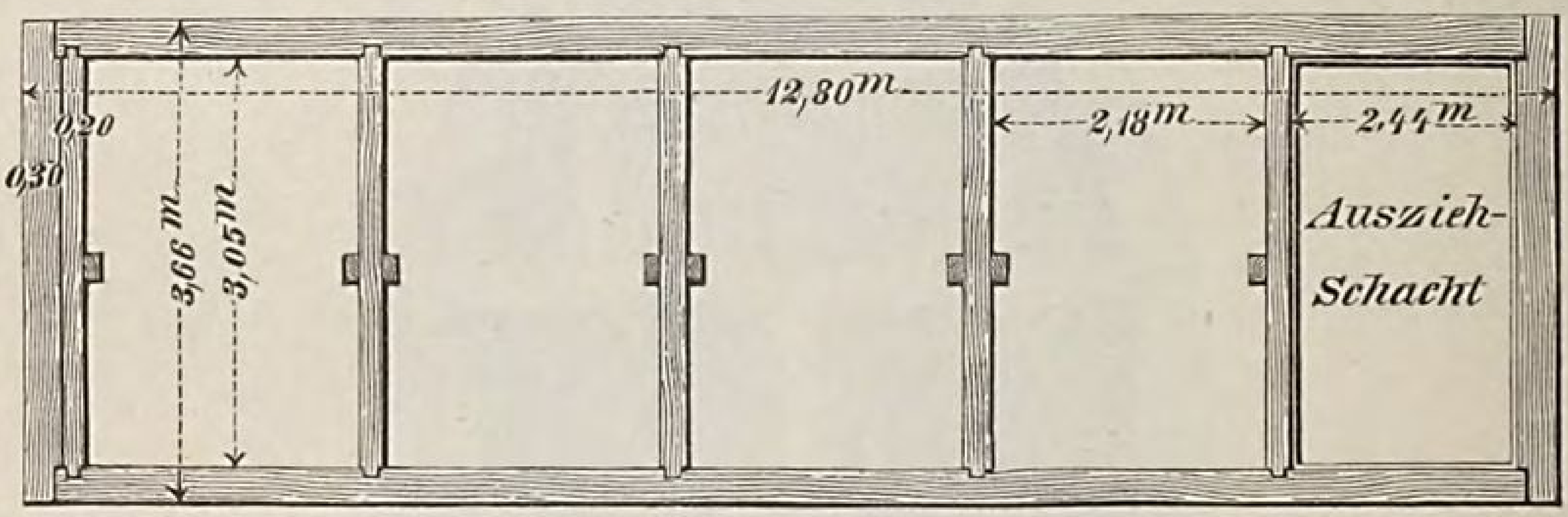
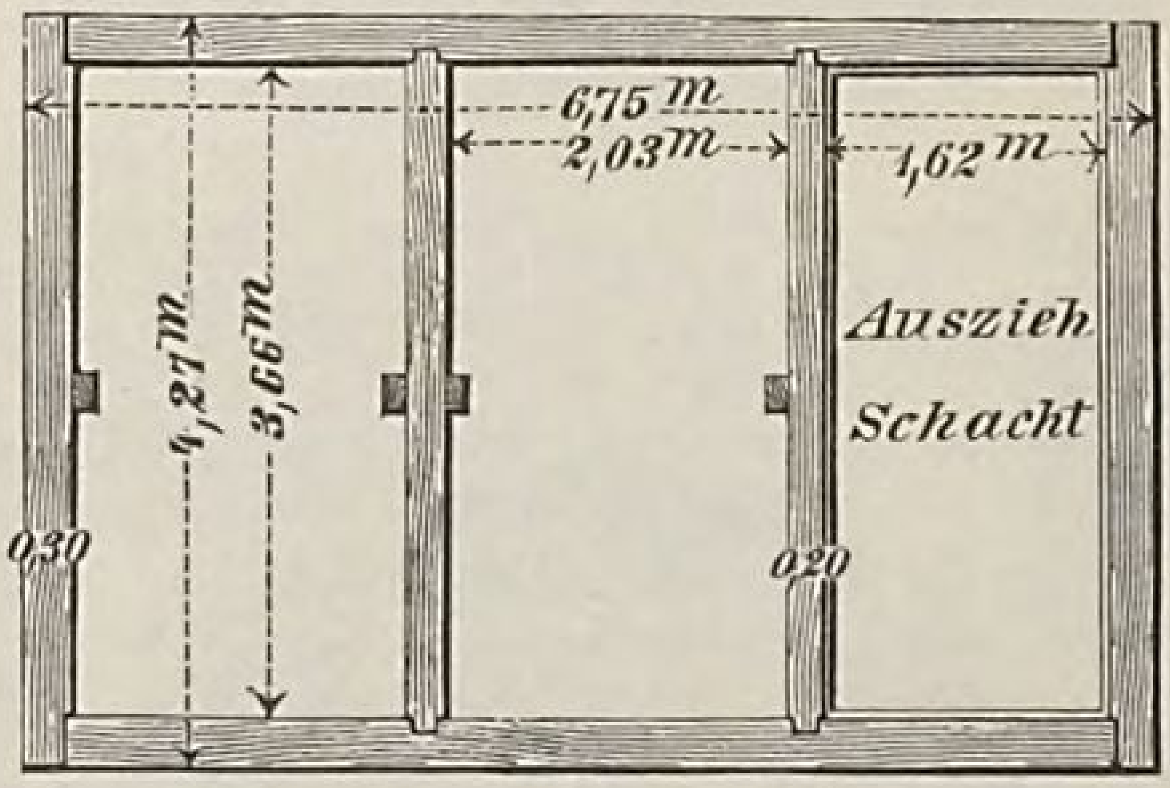


Fig. 227.



und die fünfte als Wetterschacht dienen, Fig. 226. Der Diamandshaft der Lehigh & Wilkesbarre Coal & Iron Company bei Wilkesbarre hat 6,75 Meter Länge, 4,27 Meter Breite in 3 Abtheilungen, von denen 2 zur Förderung, die dritte als Ausziehschacht dienen, Fig. 227. Von den beiden tiefen Schächten in Amerika, denen der Pottsville colliery, welche 448 Meter tief sind, hat der eine bei einer Breite von 4,21 Meter eine Länge von 7,82 Meter und hat 2 Abtheilungen zur Förderung, eine dritte als Wetterschacht, der andere Schacht ist fast quadratisch 4,21 Meter breit, 4,88 Meter lang und dient mit zwei gleich grossen Abtheilungen ausschliesslich zur Förderung, Fig. 228, 229.

Wahl des Schachtpunktes[18]). Der Schacht ist möglichst in die Mitte des Grubenfeldes zu legen, dabei ist aber Rücksicht auf die Lagerstätten zu nehmen; wo viele Gänge zugleich im Grubenfelde auftreten,

[17]) Broja in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26. S. 7.

[18]) André a. a. O. p. 232.

wird man den Schacht in die Nähe dieses Punktes zu setzen haben; wo die Lagerstätte eine Mulde innerhalb des Grubenfeldes macht, wird man den Schacht in das Muldentiefste bringen müssen. Wenn nur einige oder wenige Lagerstätten auszurichten sind, hat man den seigeren Schacht so

Fig. 228.

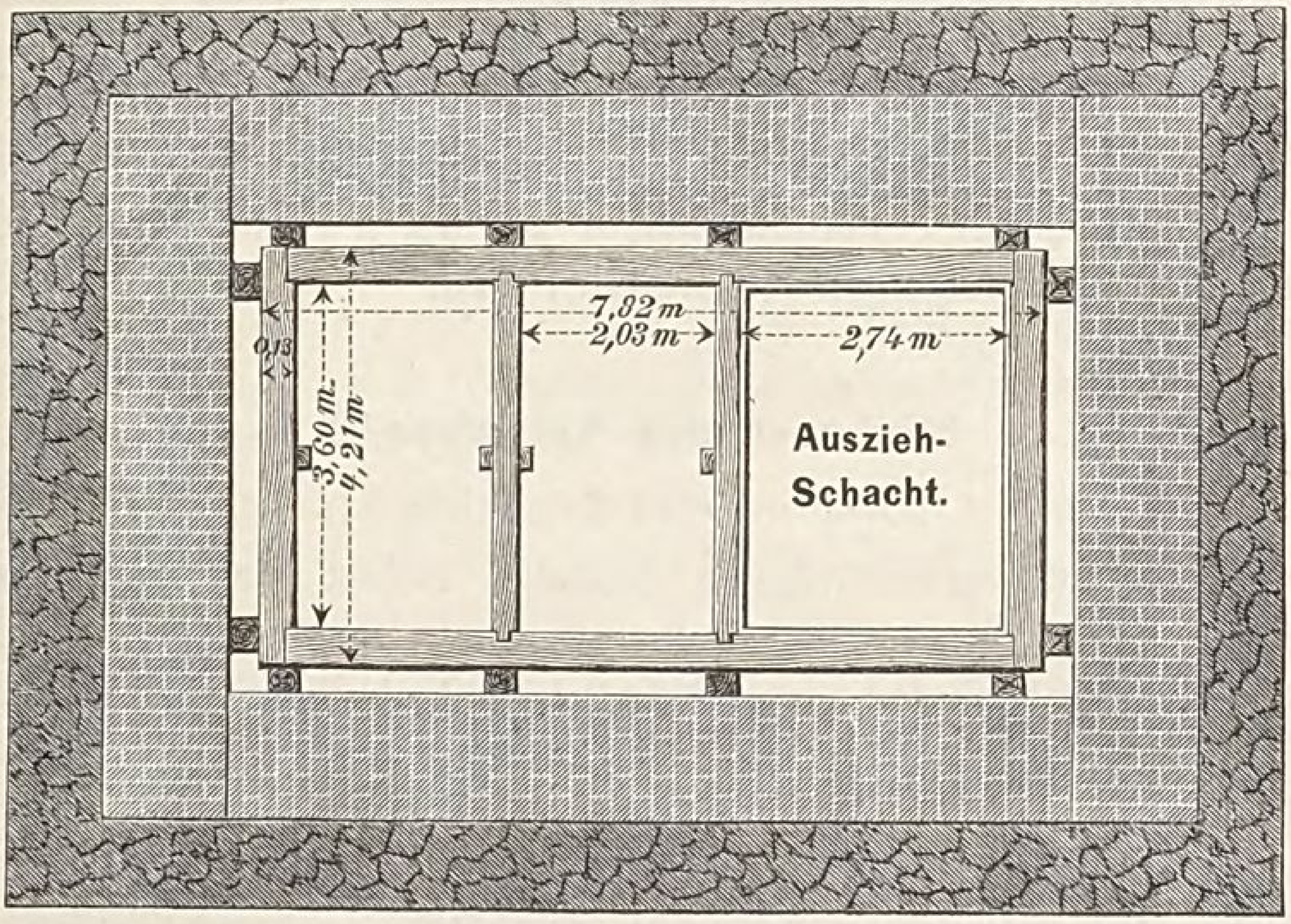
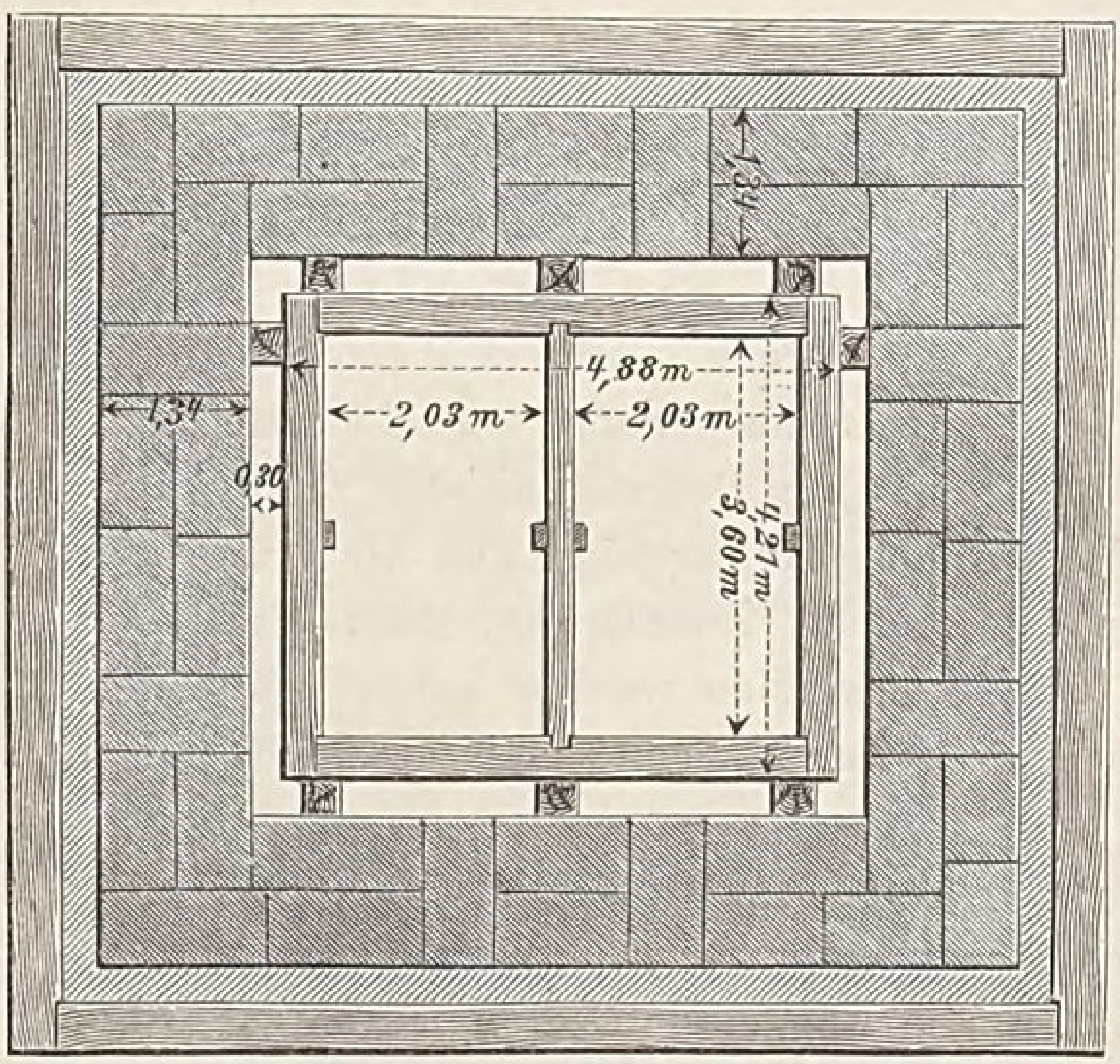


Fig. 229.



zu stellen, dass er dieselben in einer gewissen Teufe durchschneidet, um die Ausrichtungsquerschläge gleichmässig lang zu machen. Ferner ist Rücksicht auf die Transport- und Absatzwege zu nehmen, welche für grosse Stein- und Braunkohlengruben oft allein entscheidend sind, weil man mit

dem Schacht sich unmittelbar an Eisenbahn-, Kanal- und Chausseeanlagen anschliessen muss. Ferner muss man auf guten Haldensturz Bedacht nehmen, um nicht zu hoch aufsatteln zu müssen; auch für bequemen Abguss der Wasser muss man Sorge tragen, wenn nicht etwa auf einer Stollnsohle abgegossen wird. Alte Baue muss man mit dem Schacht zu vermeiden suchen, ebenso gestörtes und druckhaftes Gebirge. Endlich hat man auch dem Schachte eine solche Stellung zu geben, dass er vor dem Eindringen von Tagewassern und plötzlichen Wasserfluthen gesichert ist.

Bei grossen Grubenfeldern legt man gern einen besonderen Kunstchacht und einen oder mehrere Förderschächte an, deren Ansatzpunkte je nach den verschiedenen Momenten auszuwählen sind.

Methoden des Abteufens.[19])

Für seigere Schächte.

Die Abteufungsweise seigerer Schächte richtet sich nach der Beschaffenheit des Gebirges, ob dasselbe standhaft, locker oder schwimmend ist, nach dem Vorhandensein von Wassern, und ob diese abzusperren sind, und dann im Detail nach der Art der Unterstützung. Die Wasserhaltungsvorrichtungen sind dabei abhängig von der Wassermenge, indem mässige Wassermassen durch Ziehen mit dem Fördergefässe beseitigt werden können, für stärkere Wassermengen wendet man, namentlich in oberen Teufen, Handpumpen an, für grössere Tiefen muss man sich des Pumpens mittelst Maschinen bedienen.

Beim gewöhnlichen Abteufen, wo man keine wasserdichte Auskleidung nöthig hat, erfolgt die Unterstützung der Schachtstösse durch Zimmerung, welche in einzelnen Stücken von Unten nach Oben eingebaut wird, ähnlich bringt man auch in runden Schächten Mauerung mit eingelegten Holzkränzen von Unten nach Oben stückweise ein, wo die Mauerung vorzugsweise dazu dient, die Schachtwand vor Verwitterung zu schützen, die hölzernen Kränze aber zur Befestigung der Zimmerung für die Schachttrüme. — Wasserdichte Zimmerung und Mauerung wird innerhalb der ursprünglichen (verlorenen) Zimmerung, falls dieselbe wegen zu grossen Drucks nicht wieder gewonnen werden kann, von Unten nach Oben aufgeführt, wenn eine wassertragende Gebirgsschicht mit dem Abteufen erreicht ist.

Zur Wassergewältigung mittelst Maschinen werden entweder fest verlagerte Pumpen nachgeführt, deren Verlängerung erfolgt, indem, sobald das Abteufen um die Länge eines Pumpenrohres fortgeschritten ist, ein solches unten an das zuletzt eingebaute Aufsatzrohr angesetzt wird; während des Abteufens um diese Länge ist unten der sogenannte Schläucher

[19]) André a. a. O. p. 234. 247. — Mulvany: on Shaft-Sinking in Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers in Leeds 1882. p. 335.

angebracht, welcher durch ein Auszugrohr verlängert werden kann und als Saugrohr, sowie als Kolbenrohr dient. In Schlesien hat man bewegliche Sätze an Senkzeugen[20]), in Belgien zwischen Gestängen und an Schrauben, in England an Seilen hängen[21]), wobei überall die Verlängerung der Aufsatzröhren oben erfolgt.

Bei starkem Andringen der Wasser sperrt man dieselben durch stückweise Cuvelirung in Holz, wie in Belgien, im Mansfeldischen, beim Steinsalzschacht in Artern u. a. O., oder in Eisen, wie in England, in neuerer Zeit in Westfalen, in Oberschlesien ab; am wenigsten hat sich die Absperrung durch stückweise Aufführung wasserdichter Mauerung bewerkstelligen lassen. Es ist hierzu nöthig, dass eine ganz oder theilweise wassertragende Schicht beim Abteufen gewonnen wird, um auf dieser die Cuvelirung zu gründen. Hierbei sind nur hängende Sätze gut anwendbar, weshalb man sie auch in England fast allgemein findet.

Das Abteufen im schwimmenden Gebirge erfolgt:

1. Durch Abtreibearbeit, wobei stets die Wasser von der Sohle fortgehoben werden müssen.
2. Durch eigentliche Senkschächte:
 a) mit Wasserhaltung und Fortnehmen der Massen auf der Sohle;
 b) durch Senken der Auskleidung, welche in Mauerung, selten in Zimmerung, in Gusseisen, selten in Eisenblech besteht, im todten Wasser und Wegnahme der festen Massen durch Sackbohrer (siehe oben S. 63); dabei sinkt die allmälig höher aufzuführende Auskleidung von selbst immer tiefer ein, wobei man für ein senkrechtes Sinken Sorge zu tragen hat; geht das Sinken nicht freiwillig vorwärts, so muss man die sinkende Bekleidung mit Gewichtsmassen beschweren, seltener schreitet man zum Einrammen oder Einpressen, was nur bei Anwendung von Eisenblech und geringem Durchmesser bisher geschehen ist;
 c) die eigentliche Senkarbeit mit comprimirter Luft als Mittel zur Wasserzurückdämmung ist bisher nur zu Seraing angewendet worden, sonst bedient man sich dieses Mittels nur, um den Anschluss anderer Auskleidungen des Schachtes an das feste Gestein zu bewirken;
 d) Guibal's neue Methode.

 In neuester Zeit hat Poetsch ein Verfahren angegeben, durch welches er die Wasser im schwimmenden Gebirge durch Einführung einer Kältemischung zum Gefrieren bringt und in dem so fest gewordenen Gebirge in gewöhnlicher Weise abteuft. Er hat mit diesem Verfahren einen Schacht auf der Archibald-Grube

[20]) v. Carnall bergm. Taschenbuch III. S. 202. — Jahrb. des schles. Vereins f. B.- u. H.-Wesen. Bd. 1. S. 173.

[21]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. S. 56.

bei Aschersleben in Angriff genommen und hofft mit demselben die Gefahren des schwimmenden Gebirges zu überwinden.

Die specielle Ausführung dieser Arbeiten wird später in dem Abschnitt über Grubenausbau erörtert werden, hier sei nur noch erwähnt, dass bei allen Senkschächten mit Wasserhaltung die Pumpen in Gerüsten, welche über Tage aufgestellt sind, hängen.

Das Abbohren von Schächten in festem Gestein ist für Tiefbauschächte zuerst von Kind in grossem Maassstabe versucht, um während des Abteufens die Wasserhaltung zu ersparen und die Verdichtung, welche in Holzfässern und nachherigem Cementausguss bestand, von Oben her einbringen zu können. Der Grundriss ist natürlich immer rund. In solcher Weise ist der Schacht der Steinkohlengrube Leopold bei Gelsenkirchen niedergebracht, ohne vollständig wasserdicht gelungen zu sein; Versuche bei Stiringen unweit Saarbrücken haben nicht zum Ziele geführt, wogegen in neuerer Zeit unter Benutzung eiserner Auskleidung derartige Schächte mit Glück ausgeführt sind. Zu Schurf- und Wetterschächten ist das Abbohren schon früher von Kindermann angewendet worden. In neuerer Zeit hat Sontag zu St. Louis am Mississippi eine neue Bohrmethode beim Abbohren runder Schächte angewendet, welche weiter unten Erwähnung finden wird [22]).

Als eine Erleichterung der Abteufungsarbeiten ist zu erwähnen, dass man, wo sich die Gelegenheit dazu bietet, von älteren Grubenbauen aus den Schachtpunkt mit einer Strecke unterfährt und auf dieselbe ein Bohrloch von Tage niederbringt, wodurch die beim Abteufen angefahrenen Wasser nach Unten fallen und durch die Wasserhaltungsvorrichtungen des übrigen Grubengebäudes abgeführt werden. Auch beim Abteufen zweier benachbarter Schächte hat man den Vortheil, dass man nur in dem einen derselben die Wasser zu halten braucht; sollten die Gebirgschichten indess nicht Wasser durchlassend sein, so verbindet man zu Oefterem beide Schächte durch Strecken, um von dem einen die Wasser nach dem andern überzuführen. Ausserdem bieten zwei Schächte (Zwillingsschächte) mit kleinerem Durchmesser vor einem Schachte mit grossem Durchmesser so erhebliche Vortheile, dass man sich bei ausgedehnten Grubengebäuden überall zum Abteufen zweier Schächte entschliessen sollte. Nicht nur, dass das Abteufen selbst mit grösserer Sicherheit vor sich geht und man zahlreichere Angriffspunkte zur Aufschliessung des Feldes gewinnt, so ist hauptsächlich die Wetterführung wesentlich erleichtert, ebenso kann die Förderung verstärkt und das Einhängen der Arbeiter von der Förderung unabhängig gemacht werden; es ist beim Unfahrbarwerden des einen Schachtes die Möglichkeit, durch den anderen Schacht in die Grube und aus derselben zu gelangen, was bei Unglücksfällen jeglicher Art von grösster

[22]) Schachtabteufen vermittelst grosser Bohrer in Glückauf. Essen 1872. No. 19.

Bedeutung ist; endlich kann, falls der eine Schacht unbenutzber wird und der Ausbesserung unterworfen werden muss, der andere Schacht durch grössere Kraftanstrengung zur Bewältigung der gesammten Förderung benutzt werden. Diese Erwägungen führten beispielsweise beim Abteufen von Schächten in den Feldern der Gesellschaft von Montrambert und Beraudière zur Wahl von Zwillingsschächten von je 3 Meter Durchmesser statt zu einem Schacht von 4,50 Meter Durchmesser; beide Schächte waren 14 Meter von einander entfernt[23]).

Die Lage des Einbruchs wird bei runden Schächten und flacher Lagerung der Gebirgsschichten in die Mitte der Schachtscheibe gelegt, bei stärkerer Neigung der Schichten aber und bei anderen Formen des Schachtes in den einfallenden Stoss. Sind die auszugewinnenden Massen locker, so legt man den Einbruch immer in die Mitte. Der Einbruch bildet zugleich das Vorgesümpfe zur Ansammlung der Wasser, washalb man auch die Stellung der Pumpen danach zu wählen hat.

Die Beschleunigung des Abteufens erfolgt durch möglichst starke Belegung und durch kurzen Schichtenwechsel der Arbeiter, um deren frische Kraft immer auszunutzen. Wie bei den Stolln kann man auch die Schächte an mehreren Stellen zugleich angreifen und dadurch eine wesentliche Beschleunigung herbeiführen, indem man dabei sowohl an verschiedenen Stellen nach Unten vordringt, wie auch nach Oben durch Ueberbrechen entgegen arbeitet. Selbstredend ist dieses Mittel bei ganz neuen Schächten in unverritztem Grubenfelde nicht anwendbar, auch nicht bei der Vertiefung des Schachtes unter die letzte Sohle, wenn man nicht Gelegenheit hat, mit geringen Kosten aus der letzten Sohle durch Abhauen in der Lagerstätte den tiefsten Schachtpunkt zu erreichen. Die Inangriffnahme des Schachtabteufens an verschiedenen Punkten bedingt sehr sorgfältige und schwierige markscheiderische Ermittelungen, von deren Zuverlässigkeit das Gelingen der Arbeit abhängt. In solcher Weise ist der Silbersegener Richtschacht bei Clausthal an 7 Stellen in Angriff genommen und durch gleichzeitiges Aufbrechen an 14 Punkten betrieben worden; der Medingschacht bei Bergwerkswohlfahrt, 8,369 Meter lang, 2,092 Meter weit, wurde an 5 Stellen, davon an 4 mit gleichzeitigem Ueberbrechen betrieben und innerhalb $2^1/_2$ Jahren auf eine Tiefe von 260 Meter gebracht.

Beim Abteufen unter einer gangbaren Sohle hat man besondere Sicherheitsmaassregeln zum Schutze der Arbeiter nöthig. Man bringt eine Schutzbühne (Sicherheitsbühne) an, welche das Abteufen gegen die obere Sohle vollständig sicher abschliesst, wodurch natürlich die bei jedem Abteufen nothwendige und mit dem Tieferwerden des Schachtes weiter zu senkende Schussbühne nicht entbehrlich wird, über welche die Arbeiter nach Anzünden der Schüsse sich begeben, um vor den Wirkungen der los-

[23]) Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. 2 série. tome II. p. 65.

gesprengten Massen gesichert zu sein. Die Sicherheitsbühne besteht aus starken Tragestempeln, über welche eine Lage von 100 bis 130 Millimeter starken Balken, demnächst auf Höhe von 2 bis 3 Meter Faschinen und klare Berge gelegt werden; nur Oeffnungen zur Fahrung, für die Seile zur Haspelförderung und für die Pumpen werden belassen, die zur Fahrung aber mit einer Fallthür bedeckt; namentlich unter den gangbaren Fördertrümen des oberen Schachttheils muss Alles sicher gedeckt sein. In anderen Fällen lässt man eine Bergfeste im Schachte stehen, die man entweder nur theilweise durchbricht, um einen Durchlass für die Arbeiter, die Förderung und die Pumpe zu gewähren, oder die man gar nicht durchbricht und mit Hilfe eines kleinen daneben abgeteuften blinden Schächtchens unterfährt; das Letztere ist indess nur dann möglich, wenn die Wasser mittelst Kübel gehalten werden können. Bei dem Abteufen der Schächte auf den Steinkohlengruben bei Saarbrücken[24]) lässt man in solchen Fällen eine 8,369 Meter mächtige Bergfeste unter der Stollnsohle oder oberen Sohlenstrecke stehen, die man nur zur Durchführung der Seile für die Förderung und das Wasserziehen durchbohrt, mit welchem man bis zur Sohle des blinden Schachtes die Berge und die Wasser fördert.

In der Gegend von Lüttich hat man schon im Jahre 1851 seigere Schächte durch Ueberbrechen von einer tieferen Sohle nach einer oberen hergestellt, seitdem aber auf der Grube l'Espérance dieses Verfahren überall da in Anwendung gebracht, wo die Grundbedingungen dafür vorhanden sind[25]). Während der Förderschacht bis zur tieferen im Abbau befindlichen Sohle niedergeht, hat der Wetterschacht nur die nächst höhere, als Wettersohle dienende Etage erreicht; um eine tiefere Sohle zu gewinnen, wird der Förderschacht in gewöhnlicher Weise von Oben nieder abgeteuft, in gleicher Zeit aber zur Tieferlegung der Wettersohle von der letzten Hauptsohle aus zur bisherigen Wettersohle aufgebrochen und in solcher Weise der Wetterschacht mit der tieferen Sohle verbunden. Man findet in diesem Verfahren als wesentliche Vortheile, dass die Schüsse zur Gewinnung des Gesteins besser wirken, weil das Gewicht des nach Unten frei hängenden Gesteins den Wirkungen des Pulvers zu Hilfe kommt, während die Schwierigkeit des Bohrens der Löcher von Unten nach Oben von den Arbeitern durch Uebung leicht überwunden wird, ferner dass die schwierige Förderung der Berge vermieden wird, indem sie durch ihr eigenes Gewicht nach Unten fallen, ferner dass die Berge hierdurch sich vor Ort nicht anhäufen und keine künstliche Beseitigung und dadurch Störung der eigentlichen Bohr- und Schiessarbeit verursachen, ferner dass

[24]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 8 A. S. 177.

[25]) Godin et Demanet: Note sur le creusement des puits en montant in Annales des travaux publics de Belgique. Bruxelles. t. 28. p. 77 — „Glückauf". Essen 1870. No. 51. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1871. S. 43. — Annales des mines. Paris. t. 18. p. 389.

die Wasser die Arbeiter und die Fortsetzung der Arbeit nicht belästigen, während beim gewöhnlichen Abteufen die Wassersümpfung ganz bedeutende Kosten verursachen kann; endlich wird hervorgehoben, dass den Arbeitern absolute Sicherheit gegen das Hereinfallen von Gegenständen geboten wird. Gegen diese unleugbaren Vortheile wird die Unsicherheit nicht erwähnt, welche das markscheiderisch richtige Eintreffen des Ueberbrechens in den oberen Schacht mit sich führt und der Schwierigkeit der Arbeit selbst, des Bohrens von Unten nach Oben, zu geringe Rechnung getragen. Da, wo die Bohrarbeiter geschickt sind, von Unten nach Oben nach Art des sog. Schlenkerbohrens zu arbeiten, wie es oben S. 224 und 322 von den Piemontesen berichtet ist, und wie es die Bergleute von Kitzbichl in Tyrol und im Pongau, so wie an anderen Orten in Oesterreich vorzüglich ausführen, wird dem Ueberbrechen ein grosser Vorzug durch die billigere Ausführung nachgerühmt[26]).

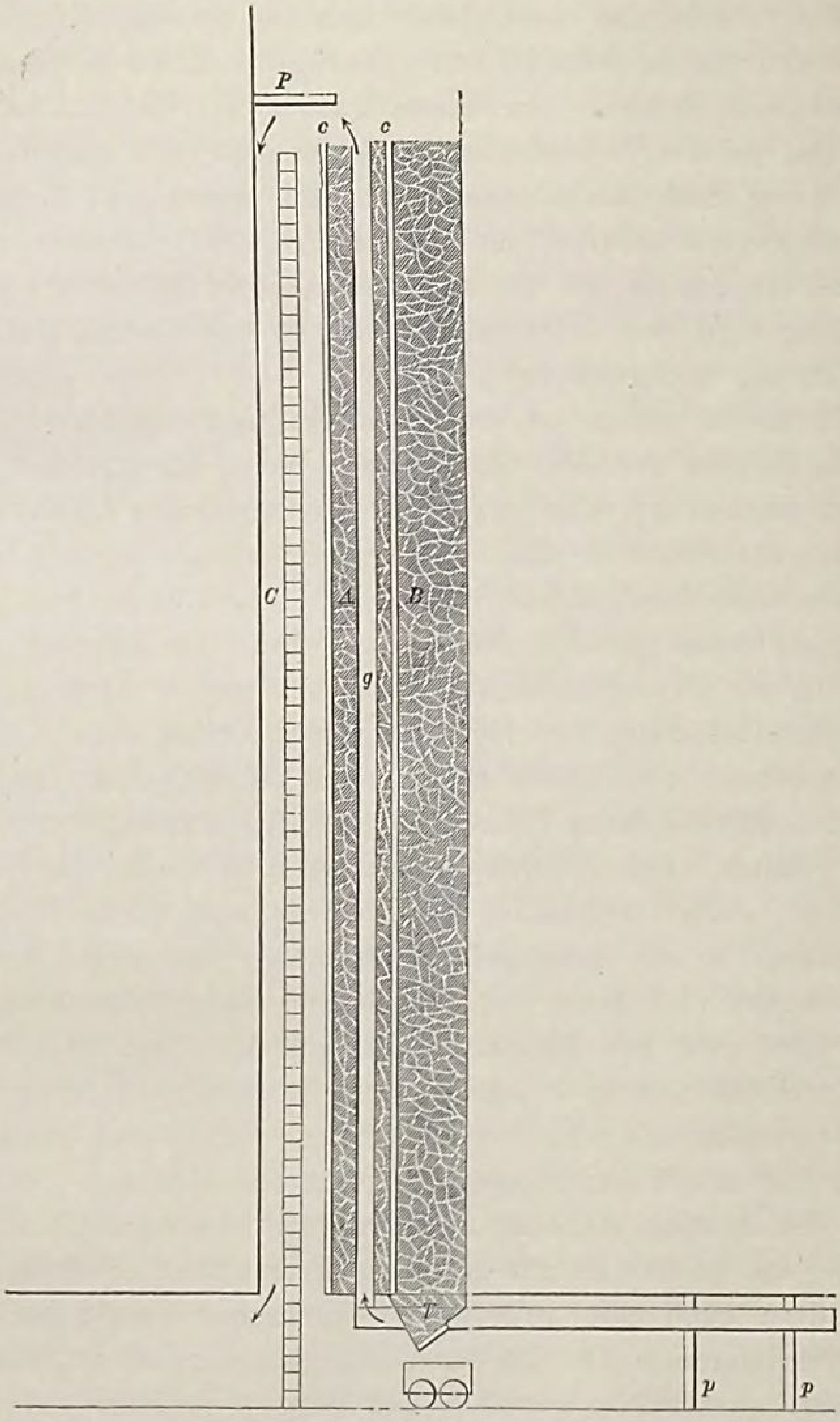
Das Verfahren selbst ist nach anderweitigen wieder abgeworfenen Methoden in Belgien zur Zeit in folgender Weise durchgeführt, Fig. 230. Durch Wetterthüren pp wird der Wetterstrom zu dem Ueberbrechen geleitet, damit die Arbeiter stets mit guten Wettern versorgt sind. Das Ueberbrechen wird durch 2 mit in die Höhe genommene Schachtscheider cc in 3 Abtheilungen getheilt. Von diesen wird C zur Fahrung eingerichtet und dient für die Bewegung der Arbeiter von und zu dem Arbeitspunkt, auch zur Hinaufschaffung des Holzes; über derselben ist ein Brett P angebracht, welches beim Hinaufrücken des Ueberbrechens mitgenommen wird und die Arbeiter beim Fahren vor dem Herabfallen von Gestein aus der Firste schützt. Die mittlere Abtheilung A wird mit den gewonnenen Bergen gefüllt, doch wird dabei ein Kanal g ausgespart, durch welchen der Wetterstrom in die Höhe geht, während er durch die Abtheilung C wieder niedergeht und durch die Hauptstrecke abgeführt wird. Die Abtheilung B wird ganz mit Bergen gefüllt; an der Firste der Strecke ist dieselbe mit einem Schutz T verschlossen, bei dessen Oeffnung die Berge in den Förderwagen fallen und von hier aus weggefördert werden. Diese Einrichtung hat den Vorzug gegen die früheren Methoden, dass der Arbeiter, auf den Bergen stehend, einen durchaus sichern Standpunkt hat und von hier aus nicht nur mit grösserer Leichtigkeit die Bohrarbeit ausführen, sondern auch mit vollständiger Sicherheit den Schacht, wo es nöthig ist, verzimmern kann. Ist das Ueberbrechen mit dem oberen Schacht durchschlägig, so wird es gänzlich von Bergen geräumt und, falls dazu Bedürfniss vorhanden ist, von Unten nach Oben ausgemauert, im Uebrigen aber dem oberen Schachte conform eingerichtet.

Auf der Grube Sälzer und Neuack und anderen Gruben in Westfalen hat man Schächte durch Ueberbrechen hergestellt. Man theilte die Schächte dabei in 3 Trümer, von welchen man das mittlere zur Förderung, die

26) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1871. S. 121.

beiden anderen zur Fahrung und zur Wetterführung benutzte; anfänglich mussten sich die Arbeiter erst an die Arbeit von Unten nach Oben gewöhnen, so dass dies Ueberbrechen langsam fortschritt, später wurden gün-

Fig. 230.



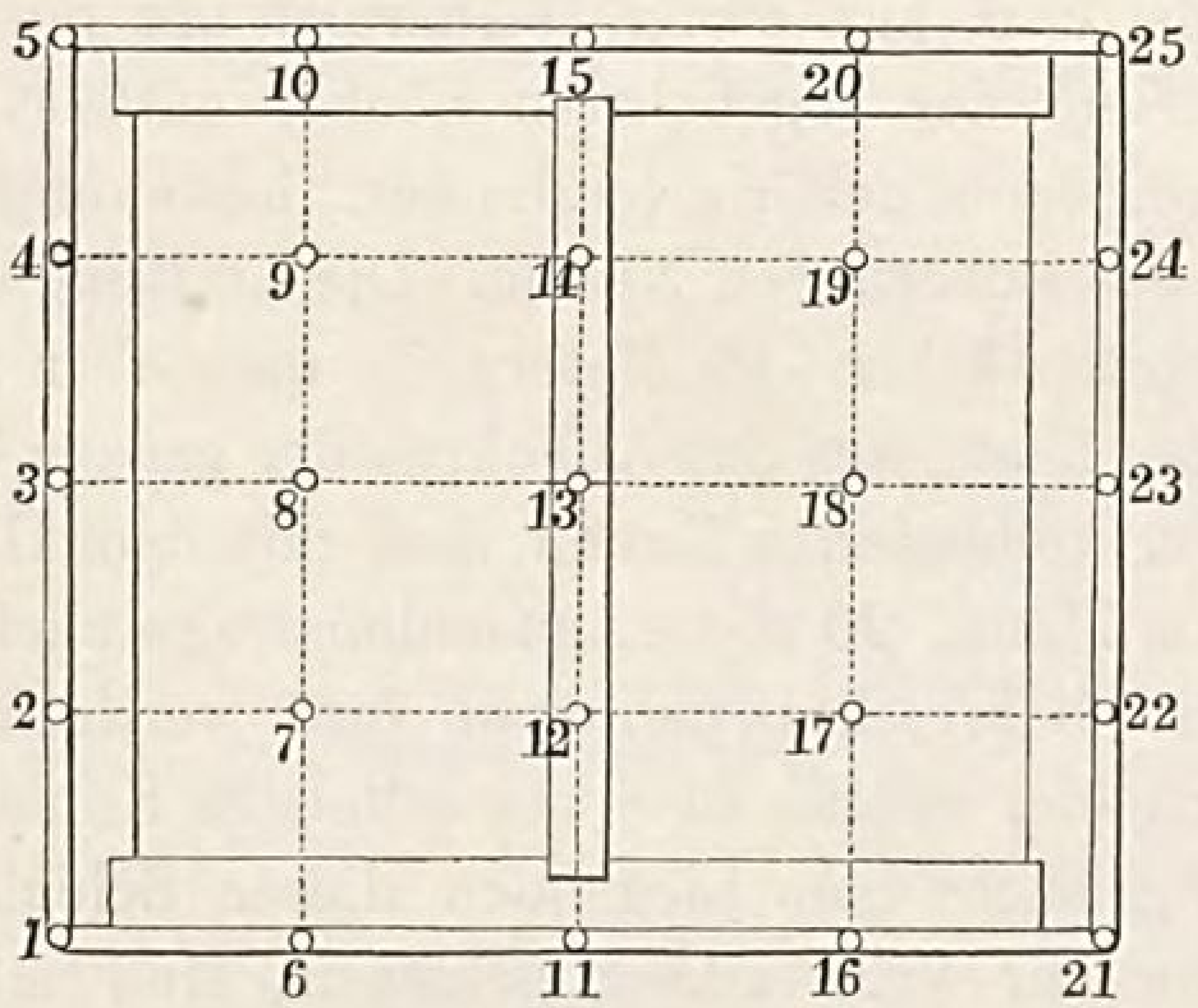
stigere Resultate erzielt[27]). — Auch in Oberschlesien hat man sich dieses Verfahrens auf der Mathildegrube bedient. In zwei Ecken des Ueberbrechens führte man je ein in Schrotzimmerung hergestelltes Rollloch in die Höhe, von denen das eine zum Abstürzen der überflüssigen, nicht zur

[27]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20 B. S. 358.

Ausfüllung des Ueberbrechens nothwendigen Berge, das andere zur Fahrung, beide aber zur Ventilation dienten. Nachdem das Ueberbrechen die erforderliche Höhe von 25 Meter erreicht hatte, wurden die losen Berge durch die Rolle beseitigt und dabei das Ueberbrechen von Oben nach Unten ausgezimmert. Man beabsichtigte auch die Hauptförderschächte nach ihrer Unterfahrung vom Wasserhaltungsschachte aus und erfolgter Abbohrung in gleicher Weise zu vertiefen[28]).

Auf der Grube Marie bei Höngen unweit Aachen wird ein grosser runder Centralschacht, welcher die bis 600 und 1000 Meter Tiefe niedersetzenden Steinkohlenflötze lösen soll und welcher zwei Förderungen mit 4 Etagen, jede zu 2 Förderwagen mit 10 Centner Ladung aufnehmen soll, absatzweise durch Abteufen und Ueberbrechen niedergebracht, indem ausser

Fig. 231.



von Tage her bei 240 Meter und 360 Meter Tiefe Angriffspunkte vorhanden sind, von welchen aus mittelst Abteufen nieder und mit Ueberbrechen in die Höhe gegangen wird; bereits ist eine neue Sohle in der Tiefe von 480 Meter gewonnen. — Der Porembaschacht III der Königin Luise Grube in Oberschlesien, welcher 200 Meter tief vorgebohrt war, so dass die Wasser nach einem tieferen benachbarten Schachte abgeführt werden konnten, wurde an drei Stellen, ausser über Tage bei 77 Meter und 132 Meter in Angriff genommen und durch gleichzeitiges Ueberbrechen und Absinken niedergebracht[29]).

Eine sehr werthvolle Anwendung des Diamantbohrens ist für das Schachtabteufen durch den Ingenieur Pleasants im Staate Pensylvanien im Auftrage der „Philadelphia und Reading Kohlen- und Eisengesellschaft“ gemacht worden. Von Amerika ist das Verfahren versuchsweise nach England übertragen, auch durch den Bergrath Broja bei einem Schachte

[28]) Ebenda. Bd. 21 B. S. 358.

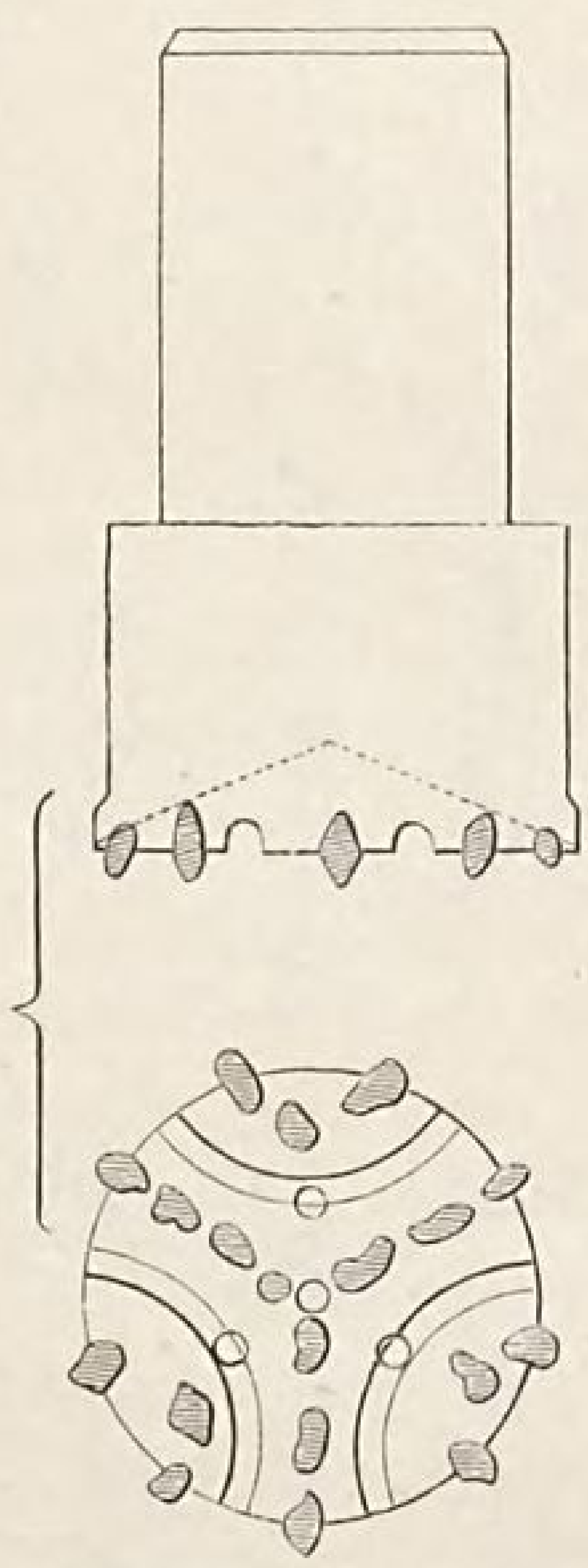
[29]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 24 B. S. 150.

auf der Königin Luise Grube bei Zabrze versuchsweise angewendet worden. Das Verfahren besteht in Folgendem[30]: Die von Pleasants niedergebrachten Schächte haben einen rechteckigen Querschnitt. Auf der Schachtscheibe des kleineren brachte er mit 15 Bohrmaschinen 25, auf der des grösseren 35, senkrechte Bohrlöcher, welche regelmässig nach Fig. 231 vertheilt sind, 80 bis 100 Meter tief mit einem Durchmesser von 45 Millimeter; zum Wegthun der Bohrlöcher werden sie zunächst ganz mit losem Sande gefüllt, alsdann wird von diesem Sande etwa 1 Meter wieder beseitigt, ein Thonpfropfen von 15 Centimeter auf den Sand gebracht, hierauf das Loch mit Sprengpatronen von einem Nitroglycerinpräparat besetzt und mittelst elektrischer Zündung weggethan. Um einen Einbruch zu erhalten wurden die mittleren Bohrlöcher 7. 8. 9. 12. 13. 14. 17. 18. 19. zuerst und gleichzeitig weggethan, erst dann die äusseren Löcher, aber jede Schachtseite für sich. Dabei sollen die Seitenstösse und die Ecken so gut herausgeschossen werden, dass nur wenig Nacharbeit mit der Hand erforderlich ist. Sobald die Tiefe der abgebohrten Löcher mittelst Schiessarbeit ausgewonnen und der Schacht gehörig verzimmert, beziehungsweise ausgemauert ist, beginnt man das Bohren von Neuem. Die Leistung einer Bohrmaschine war im Durchschnitt täglich 10 Meter; da man aber 3 bis 6 Maschinen gleichzeitig arbeiten liess, war das Abbohren der ganzen Tiefe bis 100 Meter in 4 bis 6 Wochen vollendet, während man mit dem Herausschiessen und Verbauen in einem Monat 20 Meter, ausnahmsweise auch 25 Meter Schacht fertig stellte. Die Bohrlöcher behielten ihre verticale Richtung in der Regel bei, nur einzelne, welche in einen schmalen Kohlenstreifen geriethen, wurden ein wenig nach dem Liegenden dieser Schicht abgelenkt. Die Maschinen, welche zur Verwendung gelangen, sind möglichst klein und compendiös, damit eine grössere Zahl zu gleicher Zeit im Schachte arbeiten können: Pleasants arbeitet in dem kleinen Schachte mit 6, in dem grösseren mit 8 bis 10 solcher Maschinen, indem sie auf eisernen Trägern aufgestellt werden, auf denen sie von einem Loche zum andern verschoben werden können. Um die Löcher für die Schachtstösse und für die Ecken genau an richtiger Stelle niederzubringen, muss man den Schacht an der Stelle, wo die Maschinen angebracht werden, ein wenig erweitern. Die Maschinen sind nach der Construction von Root mit doppeltem rechtwinkeligem Kolben rotirend und können mittelst Dampf oder comprimirter Luft betrieben werden; wegen der Ventilation bedient man sich besser der letzteren. Durch die geradlinige Hin- und Herbewegung der beiden Kolben wird die gekröpfte Welle, welche ein konisches verticales Rad trägt, in

[30]) Bluhme in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 21 B. S. 289. — Broja: ebenda. S. 286; Bd. 26 B. S. 7. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1874. S. 77. — Der Berggeist. Köln 1874. S. 203. — Glückauf. Essen 1874. No. 34. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1874. S. 121. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 18. p. 19. — The Mining Journal. London. Vol. 44. p. 575.

Umdrehung versetzt; das verticale konische Rad greift in ein dergleichen horizontales, welches auf der das Gestänge führenden Hülse festsitzt und so der Hülse und dem Gestänge Drehung und Fortbewegung giebt. Die Vor- und Rückwärtsbewegung der Hülse beim Fortschreiten des Abbohrens oder behufs Verlängerung des Gestänges wird in neuerer Zeit durch zwei kleine hydraulische Kolben bewirkt, deren Stangen mittelst Traversen oben und unten mit der Hülse in Verbindung stehen, so dass der auf die Kolben von oben oder unten ausgeübte Wasserdruck auf die Hülse fortgepflanzt wird. Das Gestänge besteht aus starken Gasröhren von 39 Millimeter äusserem Durchmesser. Pleasants wendete zum Bohren nicht eine ringförmige Krone, deren äusserer Rand mit Diamanten besetzt ist und

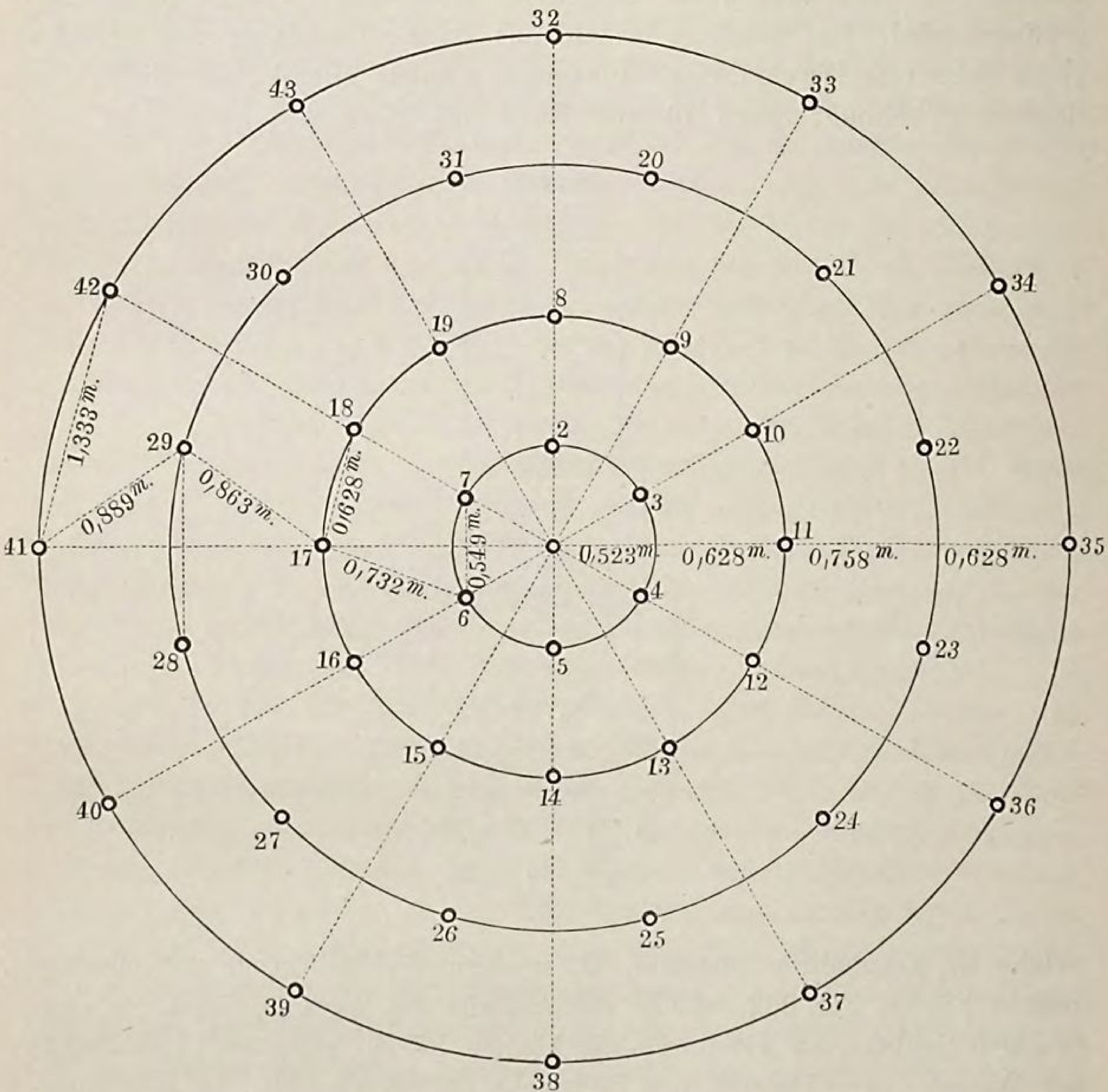
Fig. 232.



welche ein Kernbohren gestattet, an, sondern eine Bohrkrone mit concaver unterer Fläche, Fig. 232, welche den Austritt des Wassers durch die ringförmigen Schlitze, so wie durch die kleinen Löcher gestattet. Der Zutritt des Wassers zum Tiefsten des Bohrlochs ist erforderlich, um den Bohrschmand fortdauernd fortzuspülen, damit die Diamanten stets ungehindert auf das Gestein wirken. Das Wasser wird, wenn die Maschinen über Tage stehen, durch Druckpumpen in die Bohrröhren geführt; stehen die Maschinen bereits tiefer im Schachte, so kann der Druck durch Herzuleitung des Wassers aus einem höher aufgestellten Bassin gewonnen werden. Die Befestigung des Gestänges in der Hülse und seine Fortbewegung erfolgt ebenso, wie es oben beim Tiefbohren S. 189 beschrieben ist. Ueber die ökonomischen Resultate dieser Art des Schachtabteufens liegen keine Mittheilungen vor; es scheint aber nicht, als ob an Kosten dabei gespart

wird, da der Verbrauch an Dampf, beziehungsweise comprimirter Luft sehr bedeutend ist; dagegen muss augenscheinlich, wenn die Arbeit ihren regelmässigen Verlauf nimmt, sehr an Zeit gewonnen werden. — Bergrath Broja teufte auf der Königin Luise Grube einen runden Schacht ab und beabsichtigte bei einem Durchmesser des Schachtes von 5,074 Meter 42 Löcher in beistehender Anordnung, Fig. 233, niederzubringen; es sollten zunächst

Fig. 233.



die Löcher 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. als Einbruch weggethan werden, denen alsdann die Löcher in den äusseren Peripherien folgen sollten. Hier wurden übrigens offene Diamantkronen benutzt, welche, wie gesagt, das Kernbohren gestatten und ausserdem weniger Diamanten nothwendig machen. Leider ist die Arbeit nicht so zur Ausführusg gelangt, wie sie projectirt war, da nur dann ein Resultat zu erzielen sein wird, wenn eine grössere Zahl von Maschinen gleichzeitig arbeitet, während hier nur zwei zur Verfügung standen und es ausserdem nicht auf Beschleunigung des Schachtabteufens ankam. — Auch auf dem Kirschheck-Schacht der Grube von

der Heydt bei Saarbrücken[31]) hat man einzelne tiefe Löcher mittelst amerikanischer Diamantbohrmaschinen Behufs Abteufens des Schachtes niedergebracht, ohne zum entscheidenden Resultat zu gelangen, ob durch dieses Verfahren gegen das Abbohren kleiner Bohrlöcher durch die Hand der Bergleute das Abteufen beschleunigt wird. — Dagegen wird von Neuem durch Broja das Vortheilhafte des Verfahrens in Amerika gerühmt, wo die 488 Meter tiefen Schächte der Pottsville colliery bei Pottsville in solcher Weise niedergebracht sind, wobei aber 15 Bohrmaschinen gleichzeitig arbeiteten[32]).

Die Förderung aus dem gewöhnlichen Abteufen erfolgt bei kleineren Schächten durch Haspel und Kübel, bei grösseren durch Dampfhapsel und Fördertonnen[33]), welche in dem Schachte in einer Leitung geführt werden, indem über der Tonne ein Holzrahmen angebracht ist, der mit seinen senkrechten Backen die Leitung umfasst. Beim Abteufen unter einer Sohle wird der Haspel auf dieser aufgestellt, um die Berge nur bis hierher heben zu brauchen und durch die früheren Grubenbaue fortzuführen.

Die Controle beim Abteufen über die Innehaltung der Richtung erfolgt durch Lothe. Bei runden Schächten genügt ein Loth in der Mitte, bei eckigen Schächten muss ein Loth in jeder Ecke hängen, die aber nicht dicht an der Zimmerung oder Mauerung spielen dürfen; ist die Auskleidung der Schachtstösse mittelst Zimmerung erfolgt, so hängt man von höheren Hölzern aus Lothe für die Ausführung der täglichen Arbeit herab und controlirt zuweilen durch Ablothen der ganzen oder einer grösseren Schachttiefe. Auch bedient man sich unter Umständen, namentlich beim polygonalen Grundriss, der Schablonen, um die Schachtdimensionen genau inne zu halten.

Von Interesse dürfte es sein, hier anzuführen, dass man mit seigeren Schächten bereits bis zu beträchtlicher Tiefe vorgedrungen ist. In ununterbrochen senkrechter Linie hat die Tiefe von 1000 Meter im Jahre 1875 der Adalberti-Schacht des Silber- und Bleierz-Bergwerks zu Przibram in Böhmen erreicht; seitdem ist auch der Mariaschacht auf demselben Bergwerke bis zur gleichen Tiefen niedergebracht. Der Schacht der Yellow-Jaket-Grube im Comstockgebiete Nordamerika's hat eine Tiefe von 934 Meter[34]). Diesen zunächst stehen die beiden Schächte der Steinkohlengrube Viviers réunis bei St. Gilly in Belgien, mit einer Tiefe von 863 Meter; ausserdem ist man hier von der Verbindungsstrecke beider Schächte noch 200 Meter mit einem Untersuchungsschacht niedergegangen. Diesen folgt der Einigkeitsschacht des Lugauer Steinkohlenbauvereins

[31]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 24 B. S. 169.

[32]) Ebenda. Bd. 26 B. S. 7.

[33]) Herold: Verminderung der Kosten der Bergeförderung in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 1 B. S. 144.

[34]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1880. S. 474.

Rhenania zu Lugau in Sachsen mit 804 Meter, der Schacht Samson der Oberharzischen Blei- und Silbererzbergwerke bei Andreasberg in Preussen mit 772 Meter, der 745 Meter tiefe Förderschacht der Steinkohlengrube Rosebridge bei Wigan in England, der 683 Meter tiefe Schacht der Steinkohlengrube St. Luc bei St. Chaumont in Frankreich, der Schacht der Steinkohlengrube Pendleton bei Manchester in England mit 675 Meter; die Tiefe von 570 Meter erreichen der tiefste Schacht der Steinkohlengrube Ronchamp in Frankreich und das Silbererzbergwerk Kongsberg in Norwegen, sowie 540 Meter der Amalienschacht der Erzbergwerke zu Schemnitz in Ungarn, sowie die Camphausen-Schächte der Grube Duttweiler bei Saarbrücken, und 483 Meter der Schacht der Steinkohlenzeche Freie Vogel und Unverhofft bei Hörde in Westfalen[35]).

II. Für tonnlägige Schächte.

Beim ersten Ansetzen des Schachtes hat man grosse Aufmerksamkeit darauf zu richten, dass man die Falllinie der Lagerstätte beibehält; zuweilen treibt man ein Sitzort voraus, um das Fallen zu untersuchen, besonders in Steinkohlenflötzen. Wenn das Abteufen nur bis zur Stollnsohle oder einer anderen tiefen Sohle erfolgen soll, so haut man wohl von hier aus zu Tage auf und erweitert dann von Tage nieder. Nicht selten, wie beim Steinkohlenbergbau in Westfalen, teuft man zwei gepaarte Schächte ab, um weniger Fläche frei zu machen, man legt sie 12 bis 16 Meter von einander entfernt und lässt den einen vor dem anderen vorausgehen. Je nach der Fallrichtung ist der Betrieb der flachen Schächte bald streckenartig, bald schachtartig.

Die Controle der Richtung erfolgt durch ausgehängte Brahmen oder durch Lothe mit Marken an der Zimmerung; die Tonnlage wird durch die Setzwage oder durch ein rechtwinkeliges Dreieck in Verbindung mit Setzwage oder Loth controlirt. Wo die Tonnlage wegen des unregelmässigen Fallens der Lagerstätte nicht beibehalten werden kann, hat man die Stellen durch Nachreissen des Nebengesteins allmälig auszugleichen.

Im schwimmenden Gebirge sind flache Schächte nicht anzuwenden.

Bei kleinen Feldern und nicht zu grosser Tiefe können tonnlägige Schächte sehr von Vortheil sein, da die Herstellung derselben in der Lagerstätte billig ist, man auch schnell zur Kohlenförderung kommt. Bei grösseren Feldern ist eine solche Anlage aber zu verwerfen, da doch verhältnissmässig nur geringe Massen gefördert werden können, der Seilverschleiss ein sehr hoher ist und die Wasserhaltung beträchtlich vertheuert wird, so dass man in Westfalen auf bedeutenderen Gruben die tonnlägigen Schächte aufgegeben und seigere abgeteuft hat. — Wo mehrere Flötze im Felde durch einen flachen Schacht zu lösen sind, legt man denselben zweck-

[35]) Glückauf. Essen 1876. No. 7. 8. — The Mining Journal. London. Vol. 45. p. 164.

mässig in das unterste Flötz, weil man alsdann beim Abbau der oberen Flötze für den Schacht keine Sicherheitspfeiler stehen zu lassen hat[36]).

III. Für gebrochene Schächte.

Hier hat man für ein gehöriges Anschliessen des seigeren Theils an den flachen Sorge zu tragen; die gebrochene Stelle ist Behufs der Förderung abzurunden, was jedoch besonders gestaltete Fördergefässe erfordert. Derartige Schächte sind nur zu billigen bei Gruben mit geringen Fördermassen, wie z. B. Erzgruben.

C. Ausrichtung von Tiefbauschächten aus.

Die Ausrichtung der Lagerstätten von Tiefbauschächten aus geschieht im Allgemeinen nach dem Princip, welches sich im Heranholen mehrerer Stolln unter einander ausspricht: Theilung des Gebirges in Etagen, welche seiger unter einander liegen. Gegen Stolln hat man hier den Vortheil, die seigere Entfernung der Sohlen (Läufe in Oesterreich, Feldortstrecken oder Gezeugstrecken in Sachsen und am Harz) nach technischem Ermessen bestimmen, dabei auch besondere Lagerungsverhältnisse berücksichtigen zu können. Der Zweck solcher Theilung ist also, Abschnitte der Lagerstätten zu gewinnen, welche bequem sind für die Ausgewinnung für die Förderung, besonders wenn, wie bei Steinkohlenbergwerken, grosse Massen zu fördern sind, und für die Wasserhaltung.

Da die Tiefenerstreckung der Lagerstätten getheilt wird, so ist die Sohlenbildung in gewöhnlicher Weise unmöglich bei söhliger oder fast söhliger Lagerung, wie in den Steinkohlengruben von Newcastle, dem Steinsalzbergbau in Lothringen, sowie in Cheshire und Norwichshire. Dann bildet gewissermassen jedes Flötz innerhalb des Grubenfeldes eine Bausohle für sich. Die Sohlenbildung modificirt sich bei geringer Neigung plattenförmiger Lagerstätten auch wohl in der Weise, dass immer weiter im Hangenden stehende Tiefbauschächte nach einander abgeteuft werden und so neue Bausohlen gefasst werden. In ihrer Reinheit kommt sie auch nicht immer zur Ausbildung bei stockförmigen Massen, obschon das Princip bleibt.

Am vollständigsten entwickelt ist das Princip der Sohlenbildung bei stark und mässig geneigten, sowie bei gefalteten, plattenförmigen Lagerstätten, von denen mehrere über und neben einander (Gänge mit einander) vorkommen. Erfolgt die Lösung durch seigere Schächte, so sind stets Querschläge erforderlich, welche vom Schachte aus durch das Gestein bis zur Lagerstätte in den betreffenden Sohlen getrieben werden, selbst wenn nur eine Lagerstätte abzubauen ist; bei tonnlägigen Schächten sind Querschläge nur dann nöthig, wenn noch andere Lagerstätten über oder

[36]) Glückauf. Essen 1871. No. 39.

unter derjenigen liegen, in welcher der Schacht abgeteuft ist. Solche Querschläge gehen bei Flötzen durch den ganzen Gebirgskörper, in welchem sie auftreten, bei Gängen nur, wenn man es mit einem Gangzuge zu thun hat und es nicht vorzieht, eine Hauptstrecke im Liegenden des Zuges zu treiben und von dort aus häufig querschlägig hinüber zu gehen. Die aus demselben Schachte in verschiedenen Sohlen getriebenen Querschläge müssen zur Ersparung von Sicherheitspfeilern in derselben Seigerebene liegen, mithin nach einer gemeinschaftlichen Ortsstunde aufgefahren werden. Von einem seigeren Schachte aus werden sie nicht unmittelbar, sondern seitwärts angesetzt, einmal der Sicherheit für die Arbeiter wegen und dann um Raum für ein Füllort am Schachte zu gewinnen, wozu bei grösseren Steinkohlengruben 10 Meter Entfernung ausreichen; bei tonnlägigen Schächten sind Umbruchsörter oder Ausweitungen nöthig, um ein Füllort zu gewinnen.

Beim Ansetzen der obersten Tiefbausohle hat man Rücksicht zu nehmen:

1. Auf vorhandene Stolln, unter welche man sie so tief legen muss, dass die Stolln nicht zu Bruche gebaut werden, und dass auch die von ihnen abgeleiteten Wasser nicht in den Tiefbau gelangen, was um so wichtiger ist, als über den Stolln in der Regel sich abgebautes Feld (alter Mann) befindet, durch welchen atmosphärische Niederschläge in die Tiefe fallen, direct dem Tiefbau zugehen würden und selbst ein Ersaufen des Tiefbaues herbeiführen können, während sie sonst auf der Stollnsohle abgehalten und abgeführt werden oder doch nur sehr allmälig sich in die Tiefe ziehen. Schon die früher giltigen Bergordnungen verbieten zur Schonung der Stollnsohlen das Unterwerken, das allgemeine preussische Landrecht (Th. II. Tit. XVI. §. 391) verlangt Bergfesten unter der Stollnsohle oder eine Verflutherung derselben, um die Wasser nicht hinabsinken zu lassen; beim Steinkohlenbergbau in Westfalen wurde nach der Polizeiverordnung vom 19. Juni 1846 ein Sicherheitspfeiler von 31,385 Meter seigerer Mächtigkeit unter der Stollnsohle angeordnet, was durch die Polizeiverordnung vom 12. April 1862[37]) dahin abgeändert wurde, dass der Sicherheitspfeiler nur 20,924 Meter seigere Mächtigkeit zu haben braucht, dessen Schwächung oder Abbau sogar von der Aufsicht führenden Behörde unter Umständen in speciellen Fällen gestattet werden kann. Hiermit im Einklange und im Sinne des neuen preussischen Berggesetzes liegt es, wenn die Stärke der Sicherheitspfeiler in anderen Gegenden dem technischen Ermessen anheimgestellt wird, da sich nicht alle Fälle unter eine Regel bringen lassen.

2. Auch bei Auflagerung von jüngerem, schwimmendem oder wasserreichem Gebirge, namentlich in Steinkohlengruben, muss man darauf Bedacht nehmen, die Wasser aus diesen Gebirgsgliedern nicht in den Tiefbau

[37]) Zeitschrift für Bergrecht von Brassert und Achenbach. Bd. 3. S. 271.

zu ziehen und lässt deshalb auch hier gegen dieselben einen Sicherheitspfeiler stehen, dessen Stärke von der Natur des jüngeren Gebirges abhängig ist. In dieser Beziehung sind die Steinkohlengruben Belgiens begüngstigt, weil sich zwischen der Steinkohlenformation und dem jüngeren, sehr wasserreichen Deckgebirge ein wasserabdämmender Thon einlagert, während in Westfalen das starke Wasser führende Kreidegebirge unmittelbar der Steinkohlenformation aufgelagert ist, weshalb früher ein Sicherheitspfeiler von 41,847 Meter seigerer Mächtigkeit polizeilich angeordnet war, während derselbe durch die neuere Polizeiverordnung auf 20,924 Meter seigere Mächtigkeit ermässigt ist.

Die einzelnen Sohlen wassertragend herzustellen, ist zwar sehr wünschenswerth, um die Wasser einer Etage nicht tiefer sinken lassen und künstlich heben zu müssen, es ist dies aber wegen der Klüftigkeit des Gebirges nicht immer zu erreichen; dann gehen die Wasser in die Tiefe und können nur durch vermehrte Maschinenkraft gewältigt werden.

Für die Wetterführung ist die Sohlenbildung von grosser Wichtigkeit, namentlich beim Steinkohlenbergbau unter jüngerem Gebirge; jede höhere Sohle bildet die Wettersohle für die nächst tiefere, indem auf ihr die unten in den Grubenbauen gebrauchten Wetter abgeführt werden, daher wandert bei der gewöhnlichen Art der Sohlenfassung die Wettersohle mit in die Tiefe und müssen die Schächte, durch welche die gebrauchten Wetter von der Wettersohle zu Tage abziehen, gleichfalls nachgeführt werden.

Für die Wahl der Sohlenabstände[38]) von einander sind sehr verschiedene Merkmale zu berücksichtigen:

1. Es müssen angemessene Fördermengen über jeder Sohle ausgerichtet werden, um die Kosten der Querschläge zu decken.

2. Die flachen Höhen, welche durch jede Sohle in den Lagerstätten ausgerichtet werden, müssen angemessen, aber nicht zu gross sein.

3. Die Umförderung bedeutender Massen d. h. abwärts zur Sohle und wieder aufwärts im Schachte muss vermieden werden.

4. Für den Einbau der Pumpen müssen zweckmässige Höhen gewählt werden, doch ist man in neuerer Zeit hierdurch nicht allzu sehr gebunden, da man Pumpensätze von 125 und mehr Meter Höhe ohne Nachtheil in Betrieb gesetzt hat.

5. Auf die besonderen Lagerungsverhältnisse ist Rücksicht zu nehmen, ob Muldenpunkte mit der Sohle gefasst werden sollen, ob in den Gängen die Erze regelmässig oder nur sporadisch vertheilt sind.

Daher sind die Sohlenabstände in den Bergrevieren sehr verschieden und für jeden concreten Fall besonders zu bestimmen. Im sächsischen Erzgebirge hat man früher 41,847, jetzt 83,694 Meter Sohlenabstand, am Harz 20,924 bis 31,385 Meter, ist aber in neuerer Zeit an einzelnen Punkten

[38]) A. v. Groddeck: Ueber die Bestimmung von Sohlenabständen beim Bergbau in berg- u. hüttenm. Ztg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1865. S. 189.

bei grösserer Mächtigkeit der Gänge und regelmässiger Erzführung bis 41,847 und 83,694 Meter vorgegangen, auf Kupfer- und Zinnerzgängen in Cornwall von 50 bis 70 Grad Neigung sind die Sohlen 18,308 Meter von einander entfernt[39]); beim Steinkohlenbergbau in Belgien beträgt die Entfernung 25 bis 40 Meter, in Westfalen nicht leicht unter 31,385 Meter bei flachem Fallen, in der Regel 41,847 bis 52,309, auch 83,694 Meter. In stockförmigen Massen und auch bei sehr geringer Neigung der Lagerstätte hat man oft nur 12,554 bis 16,739 Meter Entfernung. Beim Braunkohlenbergbau in Sachsen wählt man die Sohlen in der Weise, dass über jeder das Förderquantum auf 25 Jahre ausreicht, weil angeblich nur für diesen Zeitraum die Wasserhaltungsmaschinen gangbar bleiben sollen (?)[40]). — Um bei starken Sohlenabständen nicht die ganze Höhe der Lagerstätte zugleich in Abbau nehmen zu müssen, treibt man dann auch wohl Mittelsohlen, welche aber keinen Sicherheitspfeiler erhalten und nach der Gewinnung des über ihnen liegenden Theils der Lagerstätte abgeworfen werden. — Die Anlage zu vieler Sohlen ist verwerflich, insbesondere beim Steinkohlenbergbau, weil dadurch die Kosten der Querschläge wachsen und zu viele Sicherheitspfeiler stehen bleiben müssen; ebenso muss man es vermeiden, die Abstände zu gross zu nehmen, weil dadurch der Abbau und die Förderung zu schwierig werden und durch Mittelsohlen allein hier den Uebelständen nicht abgeholfen werden kann; man muss immer danach streben, eine den localen Verhältnissen angepasste Sohlenentfernung zu wählen und diese auch regelmässig beizubehalten, weil dadurch der Pumpenbau, namentlich bei hohen Sätzen, wesentlich erleichtert wird.

Sohlenbildung von Unten herauf[41]) ist dem gewöhnlichen Verfahren entgegengesetzt. Dieselbe erfordert eine untere Gränze für den Bau an dieser Stelle, die entweder durch technische Gründe gegeben oder durch die Natur, beziehungsweise die Eigenthumsverhältnisse, z. B. Mulden der Flötze, bestimmt ist; hier hat jede folgende Sohle alten Mann unter sich, bei der gewöhnlichen Methode dagegen über sich. Diese Methode hat den Vorzug, dass sie geringere Wassermengen auf der ersten, d. h. tiefsten Sohle antrifft, weil sie ganzes Gebirge als Bergfeste über sich hat, und dass sie die neuen, also noch weniger Reparatur bedürftigen Maschinen gerade bei den grössten Tiefen benutzt; sie ist unanwendbar beim Vorhandensein von schlagenden Wettern und bei steil stehenden Lagerstätten, welche die Möglichkeit bieten, dass die gelösten Pfeiler abrutschen, auch eine untere Gränze schwerlich darbieten. In ökonomischer Beziehung erfordert diese Art der Sohlenfassung ein grosses Anlagekapital, welches

[39]) Zirkel: Bergmännische Mittheilungen über Cornwall in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 9B. S. 249.

[40]) Ottiliä: Der Braunkohlenbergbau in der preuss. Provinz Sachsen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 8B. S. 16.

[41]) Lottner: Grundsätze über den Abbau der Steinkohlenflötze in Westfalen etc. in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 7B. S. 285.

erst spät eine Rente liefert und eine Amortisation zulässt. Schon aus diesem Grunde ist sie eine seltene Ausnahme, wie z. B. in früherer Zeit auf der Steinkohlengrube Glückauf bei Dortmund, wo man aber auch davon abgegangen und zur gewöhnlichen Methode zurückgekehrt ist. Einen Anklang an diese Art der Sohlenbildung findet man bei der Ausrichtuug stockförmiger Massen, wenn mit Bergeversatz von Unten nach Oben gebaut wird.

Weitere Ausrichtung der Sohlen. Die Dimensionen der Querschläge werden durch ähnliche Gründe bestimmt, wie sie oben (S. 442) bei den Stollnsohlen angegeben sind; bei den neuen Steinkohlengruben macht man sie meist zweispurig, um grosse Fördermassen bewältigen zu können, die Höhe richtet sich danach, ob man mit Menschen oder Pferden fördert, doch wird man sich auf bedeutenden Gruben meist auf die letztere Förderungsmethode einzurichten haben, selbst wenn die eine geringere Höhe erfordernde maschinelle Streckenförderung eingeführt ist, da man zu Zeiten, wo diese wegen Schadhaftwerden der Maschine und dgl. m. ausser Betrieb gesetzt werden muss, sich durch Pferdeförderung häufig wird helfen müssen. Das Ansteigen der Querschläge und Sohlenstrecken ist zur Erleichterung der Förderung oft bedeutend, damit die Förderwagen mit der Last bergab laufen, z. B. hat man in Belgien ein Ansteigen von 5 Meter auf 1000 Meter Länge, in Westfalen 125 Millimeter in den Grundstrecken, $162^1/_2$ Millimeter in den Querschlägen auf 100 Meter; bei grosser Länge der Strecken ist das starke Ansteigen nicht zweckmässig, weil zu viel Höhe der Lagerstätte für die Sohle verloren geht, dagegen ist allenfalls ein Ansteigen von 250 bis 500 Millimeter auf 100 Meter Länge zu gestatten, wenn nicht andere Gründe dagegen sprechen. Die Wasserseige erhält in den Querschlägen eine dem Bedürfnisse entsprechende Tiefe und Weite, je nach der Menge der angefahrenen Wasser.

Wenn mit den Querschlägen die Lagerstätten erreicht sind, werden in denselben die Grundstrecken (Sohlenstrecken, Gezeugstrecken, Läufe) aufgefahren mit Zuhilfenahme einer darüber oder daneben geführten Hilfsstrecke, welche mit der Hauptstrecke von Zeit zu Zeit verbunden wird, um eine Wettercirculation vor dem Hauptorte zu bewirken. Auf grösseren Gruben in Amerika werden meist drei Strecken vom Tiefsten des Schachtes nach beiden Seiten ins Feld getrieben, von denen die tiefste mit dem Wasserhaltungsschacht verbundene als Sumpfstrecke dient, die nächst darüber liegende als Hauptförderstrecke, und die oberste als Wetterstrecke, so wie als Abgränzungsstrecke, gegen den Sicherheitspfeiler für die Hauptförderstrecke[42]). Bei mächtigen Gängen, liegenden Stöcken, Gangzügen legt man wohl die Grundstrecke ins Nebengestein, am besten ins Liegende, weil alsdann die in der Lagerstätte ansitzenden Wasser am besten und vollständigsten aufgefangen werden; etwas Aehnliches hat man bei der Ausrichtung mehrerer Flötze zu beobachten, wo man sich zur Führung

[42]) Broja in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26B. S. 8.

der Hauptgrundstrecke das passendste aussucht und von dieser aus die übrigen Flötze querschlägig löst. In Betreff des Ansteigens und der Wasserseige gilt hier dasselbe, wie bei den Querschlägen. Im Uebrigen passt sich die Grundstrecke der Natur der Lagerstätte an mit Rücksicht auf das stets zu beobachtende Princip der grösstmöglichen Haltbarkeit. Bei schmalen Gängen nimmt man den Gang in die Mitte der Strecke, um die absetzenden Trümmer nicht zu verlieren; bei mächtigen Gängen bleibt man mit der Strecke am Hangenden oder wegen der Wasser und des Drucks besser am Liegenden, um für die Richtung der Strecke Führung zu haben und nicht aus dem Streichen der Lagerstätte herauszukommen. Bei schwachem Fallen und geringer Mächtigkeit muss man, um die nöthigen Dimensionen zu erreichen, das Nebengestein nachreissen und zwar am besten das Liegende, damit das Hangende zur Vermeidung von Druck und von Hereinziehen der Wasser unberührt bleibt; bei mächtigen Stein- und Braunkohlenflötzen baut man deshalb auch einen Theil der Kohle an d. h. man gewinnt sie hier nicht, was indess nur nothwendig ist, wenn das Nebengestein nicht fest oder leicht der Verwitterung ausgesetzt ist, und nur möglich, wenn die Kohle selbst genug Festigkeit besitzt, wobei man sich auch zu hüten hat, die Richtung des Streichens nicht zu verlieren[43]. Auf der Steinkohlengrube Maria bei Aachen[44], wo bei der seigeren Stellung der rechten Flötzflügel die Pfeiler Neigung haben, in die ganz im Flötze aufgefahrene Strecke abzurutschen, betreibt man auf einem 1,569 bis 1,883 Meter mächtigen Flötze die Hauptförderstrecke in der Art, dass man nur die Hälfte der Kohlenmächtigkeit mitnimmt im Uebrigen die Streckenweite ins feste Gestein verlegt. Die Formen der Grundstrecken sind sehr verschieden, je nach der Natur und der Festigkeit der Lagerstätten bald rechteckig, bald trapezförmig (in mächtigen Gängen und Stockwerken), bald mit bogenförmiger Firste (im Steinsalz), bald mit Spitzbogen (in Braunkohlen am Rhein, bei Koeflach in Steiermark). Die Wasserseige wird verdeckt (verbrückt), um das Hineinfallen von Fördermassen während der Förderung zu verhüten.

Die Ausrichtung mit einfallenden Strecken unterhalb der tiefsten Sohle ist nur da anwendbar, wo man es nur mit geringen oder gar keinen Wassern zu thun hat; man findet diese Ausrichtung sehr häufig in England, auch im Mansfeldischen, bei Saarbrücken, hier aber häufig nur als Hilfsbau zur Vorbereitung tieferer Sohlen, welche später erst durch den Schacht gelöst werden. Man erspart durch solche Ausrichtung das tiefere Abteufen der Schächte und das Treiben von Querschlägen, erschwert aber beträchtlich den Betrieb, zumal wenn Wasser von nur einiger Bedeutung angefahren werden. Die Maschinen zur Förderung aus den einfallenden Strecken muss man unterirdisch aufstellen, was kostspielig und

[43]) Jahrbuch des schlesischen Vereins für Berg- u. Hüttenwesen. Bd. 2. S. 259.
[44]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17B. S. 58.

für den Betrieb lästig ist; häufig bedient man sich hierzu des Wassers als Motor, in neuerer Zeit in England der comprimirten Luft; auf den Gruben bei Saarbrücken gebraucht man beim Betriebe einfallender Strecken vielfach Locomobilen von 8 bis 16 Pferdekräften, bei nicht grossen Teufen sogar nur der Pferde, in neuerer Zeit wendet man indess auch hier comprimirte Luft in unterirdisch aufgestellten Lufthaspeln mit grossem Vortheil an[45]). Wie man zu gleichem Zweck auf einzelnen Saarbrücker Gruben sich der Wassersäulenmaschinen sowohl zur Förderung, wie Wasserhaltung bedient, wird weiter unten erwähnt werden.

D. Strecken.[46])

Strecken sind gewöhnlich Betriebe innerhalb der Lagerstätten. Während das Nähere über die Strecken später bei den verschiedenen Abbaumethoden abgehandelt werden soll, sind hier zum näheren Verständniss einzelne Benennungen zu erörtern.

Streichende Strecken sind solche, welche im Streichen der Lagerstätte aufgefahren werden, schwebende in der Fallrichtung der Lagerstätten, diagonale in einer Richtung, welche zwischen dem Streichen und Fallen liegt; diese Unterschiede passen indess nur bei plattenförmigen Lagerstätten. Andere Benennungen treten ein bei stärkeren Neigungswinkeln und besonderen Arten von Förderung, wie Ueberhauen (Ueberbrechen), eine Verbindung zweier Sohlen in der Falllinie der Lagerstätte, welche von Unten nach Oben geführt wird, auch Ausgewinnungen von Unten nach Oben in anderer Richtung, selbst seigere, auch im Gestein nennt man Ueberbrechen; Abhauen (Abteufen), Betriebe zu gleichem Zweck, wie die vorigen, welche aber von Oben nach Unten geführt werden; Bremsberge (Bremsschächte, Bremswege) sind Verbindungen zweier Sohlen, meist in der Fallrichtung der Lagerstätte, zuweilen aber auch diagonal und selbst auch im Gestein ausgeführt, in welchen gewonnene Massen von oberen Sohlen zu einer tieferen mittelst Bremsvorrichtung und Schienengeleise gefördert werden; Rolllöcher, gleichfalls derartige Verbindung zweier Sohlen, in welche die gewonnenen Massen abgestürzt werden, damit sie von Oben nach Unten frei herabrutschen.

Zu erwähnen sind noch die Sumpfstrecken, welche einige Meter unterhalb der Sohlenstrecken aufgefahren werden, um darin die Wasser anzusammeln, damit die Hauptstrecken nicht durch etwaiges Auftreten der Wasser ersaufen; die Sumpfstrecken werden in solchen Dimensionen und in solcher Länge genommen, dass sie Raum zur Wasseransammlung genug bieten, um die Wasserhaltungsmaschine nicht beständig in Betrieb

[45]) Hasslacher: Die Anwendung comprimirter Luft zum Betriebe unterirdischer Maschinen. Ebenda Bd. 17B. S. 1. 27. 45.

[46]) André a. a. O. p. 277. 280.

erhalten zu müssen und selbst für einige Tage vollständig gesichert zu sein, wenn die Maschine kleineren Reparaturen unterworfen werden muss.

Für die Dimensionen vieler Arten von Strecken ist Rücksicht auf die Art der Förderung und die Fördermassen zu nehmen.

E. Lösung alter Baue.

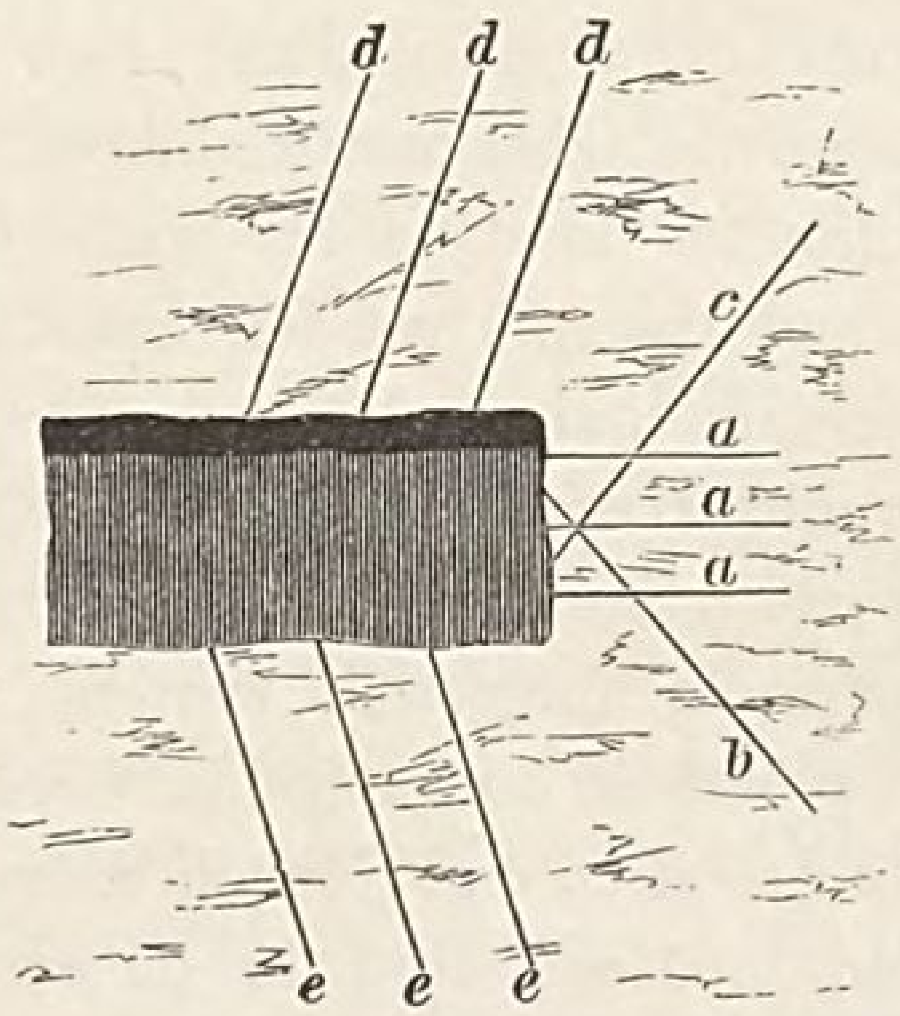
Früherer Bergbau, der alte Mann kann nur verbrochen oder zugleich mit bösen Wettern oder mit Wassern gefüllt sein, häufig verbinden sich alle drei Momente; für den Betrieb gefährlich ist nur die Annäherung an die mit Wasser oder bösen Wettern erfüllten alten Baue. Derartige Baue, von deren Vorhandensein man keine oder keine sichere Kenntniss hat, machen sich bemerkbar durch Vermehrung der Zuflüsse, wofür sonst keine andere Ursache vorliegt, durch Hervortreten des Wassers in Strahlen oder in Gestalt von Nebeln, durch rasch sich bildende Sinterabsätze, unter Umständen durch faulen Geruch und Geschmack der Wasser. Als Sicherung gegen die Gefahren der plötzlich anzuhauenden Wassermassen dient das Vorbohren, wobei die Richtung und die Zahl der Bohrlöcher davon abhängig ist, ob man im Quergestein oder in der Lagerstätte ansitzt. Im ersteren Falle kann bei starker Neigung ein söhliges Bohrloch vor Ort genügen, höchstens ist noch je eins an jedem Seitenstoss nöthig; die Bohrlöcher erhalten einen Durchmesser von 26 bis 39 Millimeter, doch hat man sich dabei gegen das plötzliche Herausschleudern des Bohrers durch die Wasser zu schützen (vgl. oben S. 198). Bei flachem Fallen des Gesteins muss man, wenn dasselbe dem Orte zufällt, auch unter sich, — wenn es abfällt, auch über sich bohren. Wie viel Gestein noch die nöthige Sicherheit bietet, bevor zu dem Anbohren der Wasser geschritten werden muss, hängt von der Festigkeit des Gesteins, den muthmasslichen Wassermassen und deren Druckhöhe ab. In den Lagerstätten sind, sofern man nicht etwa die Lage des alten Manns genau kennt, Bohrlöcher nach allen Seiten nothwendig.

Sehr ausführlich handelt über das Vorbohren und die Sicherung der Baue und Arbeiter die für den Bezirk des früheren Bergamts zu Düren erlassene Polizeiverordnung vom 15. April 1835 und die den Revierbeamten gegebene Instruction vom 15. Juni 1836[47]), welche in Folge eines Unglücksfalls auf der Gouley-Grube bei Aachen gegeben wurde, wo 63 Bergleute durch einen plötzlichen Wasserdurchbruch zu Tode kamen. Dieselbe setzt Normen für die Sümpfe und die Maschinenkräfte fest, sie bestimmt, dass die Bohrer zum Vorbohren nicht über 39 Millimeter Meisselbreite haben dürfen, dass in der Kohle 4,708 Meter, im Gestein 0,942 bis

[47]) Dr. Achenbach: Die Bergpolizeivorschriften des rheinischen Hauptbergdistrikts. Köln 1859. S. 92.

1,569 Meter weit vorgebohrt werden muss, nach dem Abkohlen noch wenigstens 0,942 Meter des Bohrlochs anstehen bleiben müssen. Zur grösseren Vorsicht sind allen Betrieben voraus, zwei gepaarte, enge Strecken (über- oder nebeneinander) 41,847 Meter vorauszutreiben, von denen die eine hinter der anderen 10,462 Meter zurückbleibt; in diesen Strecken wird das Vorbohren vorgenommen; um die Arbeiter zu schützen, müssen beide Strecken von 20,924 zu 20,924 Meter durch bequem fahrbare Ueberhauen verbunden werden, damit die Arbeiter ausweichen können. Für gewöhnlich sollen in den Ortsstoss drei 1,255 Meter von einander entfernte Bohrlöcher aaa, Fig. 234, parallel der Strecke gebohrt werden, ausserdem

Fig. 234.



eins b von der Firste schräg abwärts, eins c von der Sohle schräg aufwärts, ferner in der Firste vor dem Ortsstoss drei Löcher ddd schräg aufwärts, in der Sohle drei eee schräg abwärts.

Zur Sicherung der Grube und für die Flucht der Arbeiter nach erfolgtem Durchschlag müssen Vorbereitungen getroffen werden, die in Wasser- oder Sicherheitsblenden bestehen; es sind dies Thüren oder Verspünden, welche den ersten Wasserandrang hemmen sollen. Ein Thürstockgeviere wird in die Strecke eingebühnt und fest verkeilt und an dieses eine Thüre von starken Balken, mit eisernen Bändern beschlagen, angebracht, welche von selbst zufällt und durch einen Riegel oder eine Spreize während der Arbeit offen gehalten wird; um die gewöhnlichen Wasser abfliessen zu lassen, ist ein Rohr mit Klappe oder Spund in der Thür angebracht, welche von dem nach dem Durchschlage andringenden Wasser geschlossen wird. Nach erfolgtem Durchschlage, und nachdem die Arbeiter die Thüre passirt haben, wird der Riegel gelöst, so dass die Thüre zufällt und den Wassern einen ersten Damm entgegensetzt. Wenn man mit Vorbohren weiter vorrückt, so setzt man nach Zurücklegung von 20 Metern eine zweite Thür und erst wenn die dritte nach weiteren 20 Metern nothwendig wird, kann man die erste entfernen. Um die hinter den Thüren angespannten Wasser los zu werden, bohrt man die Thüren

allmälig an, indem man zuerst oben und nach Ablaufen der oberen Wasser immer weiter nach Unten Löcher in die Thüren bohrt[48]).

Auf der Bleierzgrube Diepenlinchen bei Stolberg hat man einen eisernen Sicherheitsschieber angewendet[49]). Es handelte sich hier darum, von dem Schachte aus mit einem Querschlage einem Wassersack entgegenzufahren und um den Schacht vor dem Ersaufen zu sichern und die angezapften Wasser der Maschine nur allmälig zuzuführen, dieselben in dem Querschlag zurückzuhalten und nur nach und nach austreten zu lassen. Man brachte deshalb vor der Querschlagöffnung einen Holzrahmen an, gegen welchen ein eiserner Schieber nach der Querschlagseite zu gestellt wurde; derselbe ist in Gleitschienen auf und ab beweglich und kann durch einen in oberer Höhe befindlichen Kabel mittelst Zahnräder und Zahnstangen auf und ab bewegt werden; um aber nicht eine zu grosse Oeffnung zu bieten, ist in dem grossen Schieber ein kleinerer angebracht, welcher an der Sohle eine 200 Millimeter im Quadrat weite Oeffnung bedeckt, und mit der Hand gehoben und gesenkt werden kann.

Nach dem Durchschlage haben die Arbeiter die Flucht zu beeilen, selbst wenn nur ein wenig Wasser angefahren wird, da dieselben häufig Schwefelwasserstoff absorbirt haben; deshalb müssen in den zur Flucht bestimmten Strecken Laternen aufgestellt werden, da offene Lampen und Lichter durch den vom plötzlich eintretenden Wasser bewirkten Luftdruck ausgelöscht werden. Alle Strecken und Schächte, welche von den fliehenden Arbeitern passirt werden müssen, sind in gutem Zustande zu erhalten, damit diese selbst im Finstern fliehen können. Kein mit der abzapfenden Strecke in Verbindung stehendes Ort darf belegt sein, am wenigsten tiefere Baue, weil von den Arbeitern vor diesen Oertern die Flucht nicht rechtzeitig bewirkt werden könnte; blinde Schächte, welche die abfliessenden Wasser nach Unten führen könnten, erhöht man künstlich durch aufgesetzte Kasten. Um die gezapften Wasser möglichst schnell beseitigen zu können, müssen die Wasserhebungsvorrichtungen in guter Ordnung sich befinden. Auch nach der Beseitigung der Wasser muss beim Befahren der Strecken grosse Vorsicht angewendet werden, weil aus dem alten Mann in der Regel schlechte Wetter heraustreten.

In England ist durch das Bergpolizeigesetz vom 10. August 1872, welches seit dem 1. Januar 1873 in Kraft getreten ist, vorgeschrieben, dass da, wo der Bau sich Stellen nähert, welche Wasserdurchbrüche besorgen lassen, der Ortsstoss nicht breiter als 2,438 Meter sein darf und sorgfältig vorgebohrt werden muss; die Bohrlöcher müssen mindestens 4,5 Meter tief sein und davon eins nahe der Mitte der Strecke, eine hin-

[48]) Annales des mines. 4. Série. Tome 14. pag. 39. Siehe auch Dr. C. Hartmann: Die Fortschritte der Bergbaukunst. Weimar 1852. S. 50.

[49]) Hasslacher: Die Wasserlösung im Grubenfelde von Diepenlinchen durch den neuen Kunstschacht Widmann in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 9 S. 183.

reichende Anzahl zu beiden Seiten angebracht werden[50]). Mit grossem Vortheil hat man sich des Vorbohrens beim Betriebe des Sutrotunnels zum Abzapfen des Schachtes No. 2. bedient, welcher 30 Meter vom Stollnorte entfernt und 250 Meter hoch mit Wasser angefüllt war. Das Vorbohren erfolgte mittelst Diamantbohrer[51]). Die Art und Weise des Vorbohrens auf der Steinkohlengrube ver. Bonifacius bei Gelsenkirchen in Westfalen und die dabei angewendete Maschine wurde bereits oben S. 199 besprochen.

In England bohrt man auch vor, wenn die Flötze stark schlagende Wetter führen, um diese gewissermassen vorher abzuzapfen, desgleichen auch wenn grössere Sprünge dem Orte vorliegen, was sehr wesentlich ist, sobald man alte Gesenke dahinter vermuthen kann, weil die Alten die Sprünge nicht auszurichten verstanden.

Zur Verhütung von plötzlichen Durchbrüchen angespannter Wasser ist es durchaus erforderlich genaue Grubenbilder zu besitzen, um jeder Zeit orientirt zu sein, ob man sich einer Wasseransammlung, sei es in der Grube, sei es über Tage, nähert. Um das Durchdringen von Wassern aus benachbarten Grubenfeldern zu beseitigen, hat man in verschiedenen Bergrevieren Sicherheitspfeiler an den Markscheiden angeordnet, welche bei dem westfälischen Bergbau in früherer Zeit 31,385 Meter Breite auf jeder Seite der Markscheide haben mussten; diese Breite ist durch einen Beschluss des Oberbergamts zu Dortmund vom 12. April 1862 auf 20,924 Meter zu jeder Seite der Markscheide ermässigt worden[52]). Nach einer Polizeiverordnung des Oberbergamtes zu Breslau vom 11. März 1872[53]) ist für die Steinkohlen-Tiefbaugruben des Bezirks die Breite des Sicherheitspfeilers auf 20 Meter festgesetzt, der Verhieb, die Durchörterung oder Schwächung dieser Sicherheitspfeiler von der ausdrücklichen Genehmigung des Oberbergamts abhängig gemacht.

Bei der Aufwältigung eines zu Bruche gegangenen Stollnflügels im Felde der Steinkohlengrube Franz in Oberschlesien, wobei hinter dem Bruche eine Wassersäule von 15,693 Meter Höhe stand, benutzte man Getriebezimmerung und trieb dabei ein Blechrohr, Anfangs auf 2 Meter Länge, vor; später nahm man ein 4 Meter langes, 78 Millimeter weites starkes Rohr, womit die Lösung in günstiger Weise erfolgte[54]). Zur Einführung des Rohres wurde mit einem 78 Millimeter breiten Meissel vorgebohrt und das Rohr durch einen hölzernen, mit einem eisernen Kopfe versehenen Rammklotz, welcher an der Streckenfirste aufgehängt war, eingetrieben.

[50]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1872. S. 378. — Zeitschr. f. Bergrecht von Dr. Brassert. Bonn 1873. S. 79.

[51]) The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 19. p. 385.

[52]) Zeitschr. f. Bergrecht von Brassert u. Dr. Achenbach. Bd. 3. S. 271.

[53]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20 A. S. 13.

[54]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl und Wimmer. Leipzig 1872. S. 131. — Zeitschr. f. Gewerbe, Handel und Volkswirthschaft. Redigirt von Dr. Frantz. Beuthen, O. S. 1871. S. 157.

F. Abbaumethoden.

Bisher sind nur die Betriebe zur Erreichung der Lagerstätten besprochen, hier handelt es sich um die Methoden zur Ausgewinnung derselben. Hierbei wirkt die Natur des Minerals nur untergeordnet ein, bestimmend dagegen sind folgende Momente:

1. Das allgemeine räumliche Verhalten der Lagerstätte, ob plattenförmig, massig, unregelmässig, nierenförmig; bei Plattenform ist noch zu berücksichtigen der Neigungswinkel, das Verhalten in der Richtung des Streichens und Fallens, Mulden- und Sattelbildung, Veränderung in der Neigung; auch bei anderen Formen der Lagerstätten ist der Neigungswinkel zu beachten.

2. Die Mächtigkeit und die innere Structur der Lagerstätten, also bei Erzen, ob die Massen reich oder arm sind, ob sie von taubem Getein zu trennen oder fein eingesprengt sind, bei Steinkohlen und anderen, ob sie durch Bergmittel durchsetzt sind oder nicht.

3. Das Verhalten des Nebengesteins und die Cohäsion in den Massen selbst, das Vorhandensein von Ablösungen und Schlechten.

4. Die Zahl und die Art des Uebereinanderliegens mehrer Lagerstätten, die in denselben Bau zu ziehen sind, was besonders bei Flötzen wichtig ist, und die Mächtigkeit und Beschaffenheit der Zwischenmittel zwischen den Lagerstätten.

5. Die Rücksichten auf die Wetterführung, namentlich beim Vorhandensein schlagender Wetter.

6. Die Rücksichten auf die Wasserhaltung, welche indess meist nur da zu beachten sind, wenn es sich um das Niedergehen direct unter eine Sohle und in der Lagerstätte handelt.

7. Das Vorhandensein, die Art und der Preis oder Werth des Unterstützungsmaterials, beziehungsweise von Bergen zum Versetzen der Räume.

8. Rücksicht auf die Conservirung werthvoller Sorten des gewonnenen Minerals, namentlich der Stücke bei Steinkohlen, was indess nur nebenbei als Grund zur Wahl einer bestimmten Baumethode durchschlagen kann.

9. Die Art der anzuwendenden Gewinnungsarbeit, von denen indess nur das Feuersetzen und das Auflösen des Salzthons in Sinkwerken von Einfluss sind.

Scheidet man die Auflösung des Salzthongebirges (die Sinkwerke) als etwas durchaus Eigenthümliches aus, so bleiben für sämmtliche Abbaumethoden zwei Hauptgruppen:

I. Mit Bergeversatz, wobei es an und für sich gleichgiltig ist, ob die Berge von Aussen herbeigeschafft werden müssen, was nur ökonomisch von Belang ist, oder ob die Lagerstätte den Versatz selbst bietet, was darauf beruht, dass gewonnene Massen ein grösseres Volumen einnehmen, als anstehende, da ausser dem Raum, welchen die Berge früher einnehmen,

auch der ausgefüllt werden muss, welchen das nutzbare Mineral eingenommen hatte; hierbei gelten etwa folgende Zahlen[55]) für die Volumenvermehrung:

Sand, Kies, Gerölle auf $^5/_4$,
weiches Gestein, Steinkohle auf $^3/_2$,
festes Kohlengebirge, Sandstein auf $^5/_3$,
festes Gestein, wie Gneis u. s. w. auf $^9/_4$,

II. Ohne Bergeversatz.

Die Abbaumethoden sondern sich nach diesen Hauptmomenten:

I. Mit Bergeversatz:
 a) Firstenbau nebst Seitenfirstenbau,
 b) Strossenbau nebst Seitenstrossenbau, Firstenkastenbau, Stossbau,
 c) Querbau, mit häufig hereingeförderten Bergen,
 d) Strebbau.

II. Ohne Bergeversatz:
 a) Pfeilerbau:
 1. eigentlicher Pfeilerbau,
 2. Oerterbau,
 b) Stockwerksbau,
 c) Weitungs- oder Kammerbau,
 d) Bruchbau:
 1. Etagenbruchbau,
 2. eigentlicher Bruchbau in zerrütteten Massen, in alten Bauen u. s. w.

Hieran reihen sich

III. Besondere Abbaumethoden:
 a) Tummelbau bei Braunkohlen in Rheinpreussen,
 b) Kuhlenbau, welcher schon den Uebergang zum Tagebau macht,
 c) Duckelbau,
 d) Abbau von Putzen.

IV. Sinkwerke.

I. Abbaumethoden mit Bergeversatz.

a. Firstenbau.

Der Firstenbau findet statt auf steilfallenden Lagerstätten, welche keine grössere Mächtigkeit haben, als dass diese auf einmal hereingenommen werden kann, auf Erzgängen, auf steilen Kohlenflötzen in Belgien, im nördlichen Frankreich, im Königreich Sachsen, auf Kohleneisenstein in Westfalen. Der Bau wird eingeleitet durch eine streichende Strecke in der Lagerstätte, welche entweder die Grundstrecke oder eine Mittelsohle ist, je nach der Höhenerstreckung des in Bau zu nehmenden Mittels der Lager-

[55]) Der „Berggeist“, Zeitung f. B.- u. H.-Wesen u. Industrie. Köln 1869. S. 453.

stätte, demnächst wird ein Ueberbauen von der Sohle aus in der Mitte des Mittels aufgefahren. Der Abbau kann ein- oder zweiflügelig geführt werden, je nachdem man zu beiden Seiten des Ueberhauens beginnt oder nicht, im ersten Fall baut man bis zum nächsten Ueberhauen, im anderen begegnen sich die Baue von zwei benachbarten Ueberhauen aus. Man

Fig. 235.

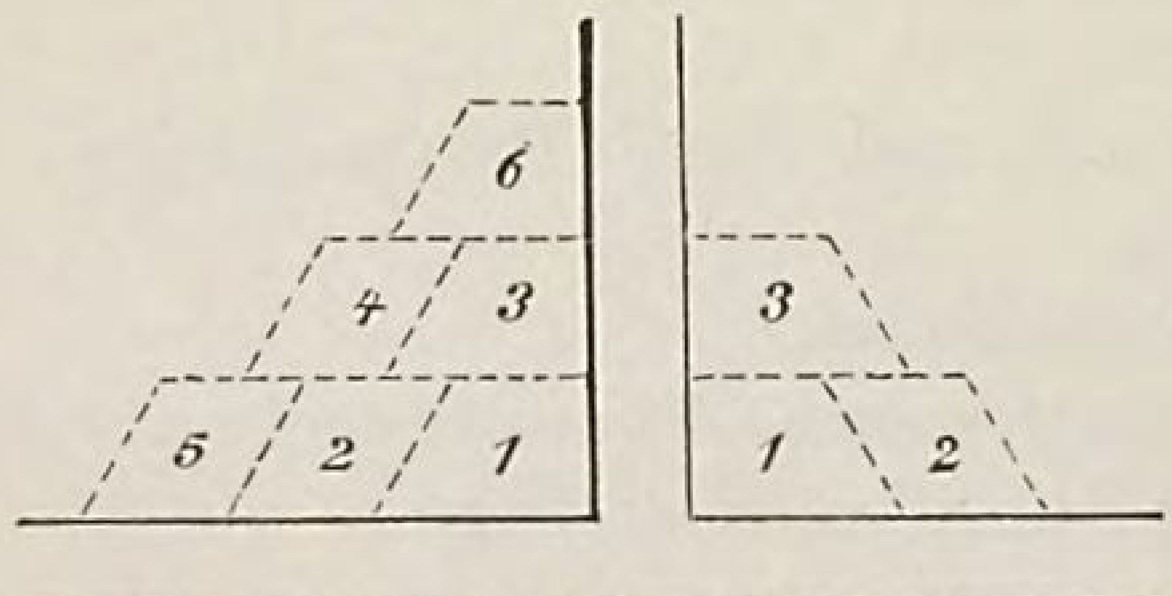


Fig. 236.

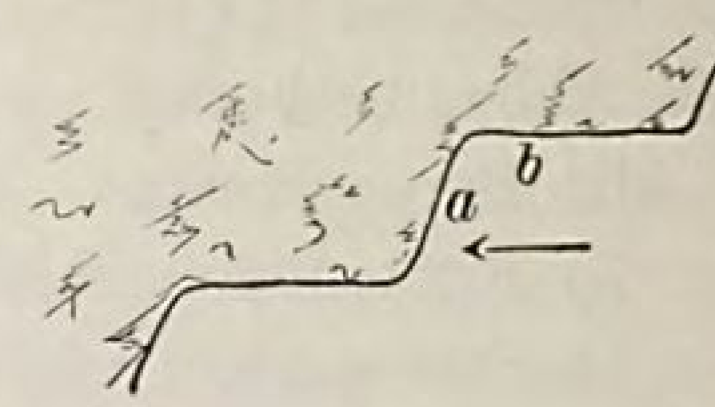
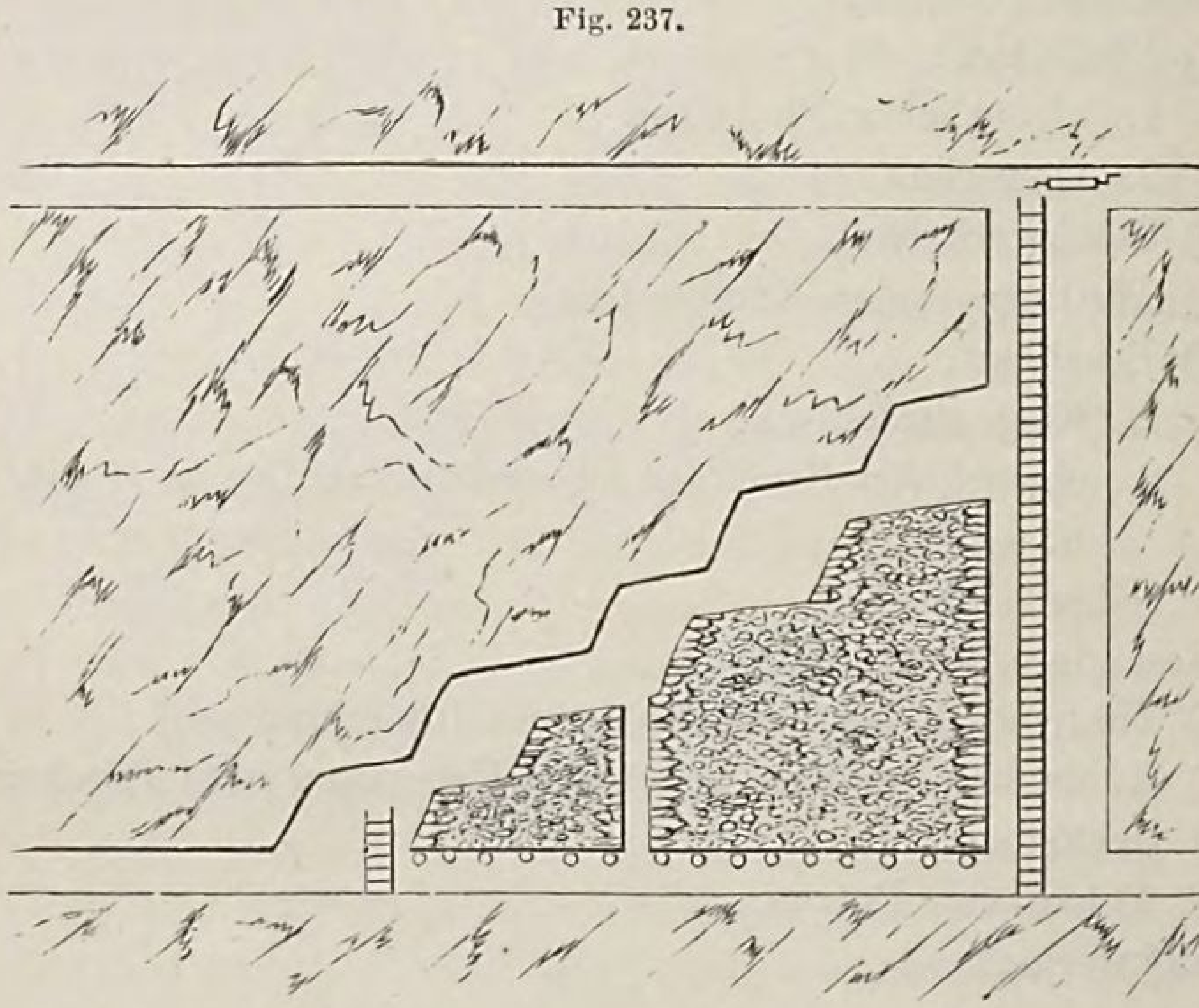


Fig. 237.

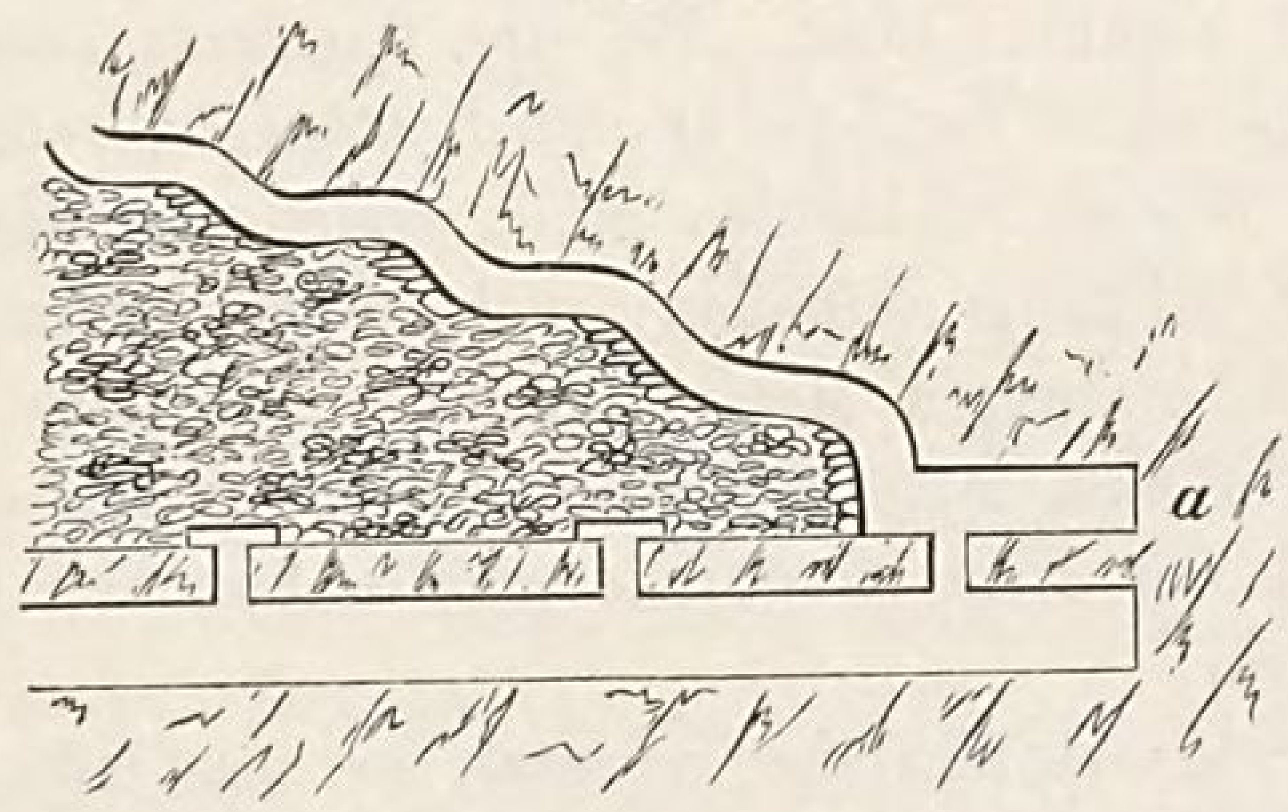


beginnt mit dem Abbau an der unteren Ecke des Ueberhauens; in dem Maasse, als der untere Stoss ins Feld rückt, wird der nächsthöhere angesetzt, wie es Fig. 235 verdeutlicht. An der Firste bilden sich dadurch umgekehrte Stufen, welche man Firstentreppe nennt, wonach die Baumethode heisst: exploitation à gradins renversés oder exploitation par tailles à gradins renversés; die Begränzung der Stufe in der Verticalebene a, Fig. 236, heisst Firstenstirn oder Brust, in der Horizontalebene b Stossfirste, beide stossen unter stumpfem Winkel zusammen, da der Angriff bei söhliger Stossfirste schwieriger ist, als bei geneigter, so dass dieselbe oft 20 Grad von der söhligen abweicht. Von Einfluss auf den Effect der Arbeit sind Zerklüftungen der Gangmasse und bei schmalen Gängen auch Schichtung des Nebengesteins; bei abfallenden Klüften arbeitet

sich besser, weshalb sogar die Gedinge niedriger gestellt werden[56]); in solchen Fällen würde der zweiflügelige Bau nicht vortheilhaft sein, weil auf dem einen Flügel dann die Klüfte zufallen würden. Ein einflügeliger Bau ist durch Fig. 237 dargestellt.

Für die Wahl der Dimensionen sind zwei Momente zu beachten: 1) leichtere Arbeit durch Vermehrung der freien Seiten um eine, 2) Sicherheit der Arbeiter. Daher richtet man jede Firste für einen Mann, höchstens für zwei ein, also 1,5 bis 3 Meter hoch, doch ist im letzteren Falle schon ein Gerüst nöthig, welches bei jedem Schuss entfernt werden muss und in der Schicht mindestens $^1/_2$ Stunde zur Beseitigung und Wiederaufstellung erfordert. Wichtig ist das Verhältniss der Brust zur Stossfirste, weil davon die concentrirte Gewinnung abhängt, in der Regel nimmt man dasselbe wie 1 : 1 $^1/_2$, auch wohl 1 : 3 bis 4, was aber zu stark ist; nach Daub hat

Fig. 238.



die Brust 2 Meter Höhe, die Stossfirste 10,5 Meter Länge, wobei die Belegung mit 2 Mann die Gewinnungskosten um 12 bis 13 pCt. vertheuert. Im Maximum giebt man der Stossfirste eine Länge von 10,5 Meter.

Versatz. Wie der Bau in die Höhe rückt, füllt man hinter sich den ausgehöhlten Raum mit Bergen aus, wozu man taube Gangstücke, Nebengestein vom Verschrämen u. s. w. nimmt. Die Unterstützung des Versatzes gegen die Grundstrecke und das Ueberhauen kann geschehen:

1. durch Holz (Firstenkasten),
2. durch Mauerung (Firstengewölbe), welche beide über der Grundstrecke angebracht werden,
3. durch eine Bergfeste, indem man über der Grundstrecke eine zweite Strecke (Firstenstrecke), a in Fig. 238, treibt, aus welcher die Stösse angesetzt werden, und welche mit der unteren Strecke alle 20 bis 25 Meter in Verbindung gesetzt wird.

Die erste und zweite Art der Unterstützung für den Bergversatz sind abhängig von der Dauer der Strecke, der Stärke des Druckes und den Kosten des Materials, wobei zu berücksichtigen ist, dass ein Firstenkasten nicht länger als 8 bis 12 Jahre unversehrt bleibt: am Harz wendet man

56) Daub: Der Bergbau des Münsterthals bei Freiburg, in Karsten und v. Dechen Archiv 1846. Bd. 20. S. 540.

in der Regel Holz, im Erzgebirge Mauerung an. Bei der Benutzung einer Bergfeste ist der Werth des darin steckenden Erzes relativ entscheidend, welches so lange Zeit der Benutzung entzogen bleibt, bis die Strecke abgeworfen werden kann, so dass Zinsen verloren gehen; auch entsteht bei dem späteren Abbau immer Verlust, der nicht leicht unter 10 pCt. beträgt. Diesen Abbau kann man dadurch verbessern, dass man die unteren Berge gewölbeartig zusammenlegt und dadurch eine feste Unterstützung für die weiter aufzuschüttenden Berge erhält; oft wird auch der Versatz durch eigenen Druck, durch Druck aus dem Hangenden, durch vitriolische, verkittende Wasser so fest, dass er sehr bald von selbst steht. Der eigene Druck des Versatzes ist im Anfange um so grösser, je höher der Bau, je steiler die Neigung, je grösser die Mächtigkeit der Lagerstätte, wodurch sich die Masse des Versatzes vermehrt, je geringer der Druck aus dem Hangenden, welcher den Versatz zusammenpresst und dessen eigenen Druck nicht zur Wirkung kommen lässt. Bei der Bergfeste kommt noch in Betracht, ob die Lagerstätte Saalbänder und Bestege hat oder nicht, und ob im ersteren Falle Wasser vorhanden sind, welche an dem Besteg spülen und die Festigkeit allmälig aufheben; nicht leicht nimmt man die Feste über 2 Meter stark, oft nur 1 Meter; fürchtet man, dass sie mit der Zeit durchbricht, so geht man mit der Firstenstrecke etwas ins Liegende, damit dieses einen Theil der Last trage; jedenfalls kommen bei edlen Erzen selten Bergfesten vor.

Die Berge werden stufenweise versetzt, so dass jede Stufe mit einem Firstenstosse zusammenpasst; den Kasten verlängert man jedesmal etwa um 4 Meter; jede Stufe heisst ein Vorsatz (Versatz), dessen Stirn mit grösseren Steinen ausgesetzt wird, damit die Vorüberfahrenden den Versatz nicht einreissen. Damit die Erze bei der Gewinnung sich nicht in den Versatz verstreuen, namentlich bei werthvollen Erzen, planirt man die Vorsätze, indem man die Wände dicht zusammensetzt, gewissermassen als trockene Mauer aufführt und die Zwischenräume mit klaren Bergen ausfüllt, was um so nothwendiger ist, je leichter die gewonnene Masse in kleine Stücke zerspringt, z. B. bei der Gewinnung von Bleiglanz. Man hat auch die Wände der Vorsätze mit Dammerde, Leinwand, Leder, Brettern bekleidet, um jede Verschleuderung der Erze zu vermeiden. Bei dem von Daub beschriebenen Firstenbau[57]) werden die Berge nur lose aufgeschüttet, weil dort die Stösse 10 Meter lang sind und die Schüsse nicht so weit zurückwerfen; bei geringerer Länge aber sind die Vorsätze unentbehrlich, um Erzverlust zu vermeiden. Von geringerer Wichtigkeit ist dies bei sehr edlen Massen, welche nicht geschossen, sondern mit Schlägel und Eisen in einen untergehaltenen Bergtrog getrieben werden, so dass ein Umherschleudern nicht stattfindet.

Die Vorsätze rücken mit der Gewinnung in gleichem Schritt vorwärts.

[57]) Daub a. a. O.

Wird der Druck dabei im Versatze zu gross, so bringt man mehre Kasten an, bei mächtigen Gängen oft von 10 zu 10 Metern, wobei aber der Hauptnutzen des Firstenbaues, nämlich Holzersparniss, gegen Strossenbau verloren geht. Bei sehr mächtigen Gängen treibt man wohl auch die Strecke am Liegenden, gewinnt dann bis zum Hangenden und setzt die Berge unmittelbar auf die Sohle; dann gehen Firstenkasten und Mauerung oft in seitliche Verkleidung über, oder die Strecke erhält ringsum Zimmerung oder Mauerung.

Förderung. Um die Massen von den Gewinnungspunkten zur Grundstrecke zu bringen, wird das Ueberhauen offen gehalten, gegen die abgebaute Fläche, gleich wie die Grundstrecke, durch Firstenkasten oder Mauerung sicher gestellt, und zum Zieh- und Fahrschacht eingerichtet (s. o. Fig. 237). Ausserdem bringt man in gewissen Abständen Rollen im Bergversatz an, nach Gaetzschmann von 21 zu 21 Meter, 1,000 bis 1,334 Meter breit, nach Daub von 16,739 zu 16,739 Meter, 1,412 Meter breit, deren Wände aus grösseren Bergen trocken aufgemauert werden. In schmalen Gängen macht man sie rechteckig, in mächtigen auch wohl rund. Daub giebt eine Verjüngung nach Oben, indem er sie bei 25 Meter Länge bis auf 1 Meter Breite, auf 1 Meter $12\frac{1}{2}$ Millimeter zusammenzieht, um das Festsetzen von grösseren Wänden zu vermeiden, wenn die Rolle unten geschlossen ist. Geschlossene Rollen sind die Regel; dieselben gestatten, dass die untere Strecke zur Förderung und Fahrung frei bleibt, während aus offenen Rollen das Haufwerk unmittelbar in die Strecke stürzt, sie verhindern auch, was bei edlen Erzen sehr wichtig ist, die Zerkleinerung der Erze und die Vermehrung des Grubenkleins, ermöglichen ein schnelleres Füllen der Fördergefässe, also überhaupt eine verstärkte Förderung, und machen weniger Gezähe zum Füllen nöthig, endlich bewirken sie Sicherheit für die Fahrenden, die bei offenen Rollen gar nicht vorhanden ist. Dagegen kommt kaum in Betracht, dass sie beständig zum grössten Theil gefüllt erhalten werden müssen, um das Fallmoment für die neu hineinstürzenden Erze zu brechen, dass also ein Theil der Erze ein todtes Kapital bildet. Die Gränze der Anwendbarkeit geschlossener Rollen scheint bei 50 Grad Neigung der Lagerstätte zu liegen, da bei flacherer Neigung die Erze nicht mehr rutschen. Vor der Mündung der Rolle in die Strecke wird zum Verschluss der Rollkasten angebracht, ein hölzernes Mundstück, welches vorn mit einem Schieber versehen und so gestellt ist, dass das Fördergefäss untergeschoben werden kann; soll dieses gefüllt werden, so wird der Schieber gezogen und die vorn liegenden Erze rollen von selbst oder mit geringer Hilfe in das Fördergefäss; nach dem Schluss des Schiebers ist oben Raum zur Aufnahme neuer Erze gebildet. Um durch den Rollkasten den Raum in der Strecke nicht zu verengen, bringt man ihn wohl nicht in der Verlängerung der Rolle, sondern seitwärts an oder bei schmalen Gängen ins Liegende oder erweitert die Strecke im Hangenden. Die Rollen werden oben bedeckt, damit keine Berge hineinfallen. In Sachsen

hat man auf der Grube Churprinz Friedrich August Erbstolln versuchsweise eiserne Röhren als Rollen angewendet, welche aus 6 Millimeter starkem Eisenblech, 42,5 Centimeter weit hergestellt werden; die einzelnen Rohrenden sind 113 Centimeter lang und werden oben mit einem 70 Millimeter hohen Ring versehen, welcher um die Hälfte über das Rohr hinausragt, um das untere Ende des folgenden Rohrs aufzunehmen. Die unterste Röhre wird in der Grundstrecke fest auf Trägern von Eisenbahnschienen verlagert und mit einem verschliessbaren Mundstück versehen, während die Röhren bei der Aufführung des Versatzes mit groben Bergwänden ummauert werden. Diese Rollen haben den Vortheil, dass sie leicht und ohne Mühe verlängert werden können, dass sie sich nicht verstopfen, dass sie keiner Reparaturen bedürfen und der ganze Firstenbau eine grössere Sicherheit erhält; auch wird man die Röhren nach dem Abwerfen des Baues zu weiterer Verwendung wieder gewinnen können, wodurch die Kosten erheblich vermindert werden würden[58]). Edle Stuferze werden nicht in die Rollen abgestürzt, sondern in Körben für sich gefördert, wogegen die Pocherze in die Rollen abgestürzt werden. Sind mehr Berge vorhanden, als zum Versatz nothwendig sind, so müssen dieselben durch besondere Rollen abgestürzt werden; überhaupt hat man schon bei der Gewinnung für möglichste Trennung des verschiedenen Haufwerks Sorge zu tragen.

In der Regel bleiben im Bergversatz keine weiteren Strecken, als das Ueberhauen und die Rollen offen, in Sachsen nur dann, wenn er über zwei Gezeugstrecken hinausgreift, wo dann auch die obere Strecke offen erhalten wird.

Der Druck des Versatzes wirkt auf die passende Bestimmung der Sohlenhöhen und der Theilungsörter, besonders wenn man mit Firstenkasten arbeitet; Daub hält unter solchen Umständen 25 Meter für das Maximum der Höhe eines zusammenhängenden Firstenbaues. In Cornwall nimmt man 17,785 Meter Höhe und theilt den Ortsstoss durch Ueberbrechen in regelmässige Abtheilungen von 26,678 Meter Länge, so dass grosse rechteckige Abschnitte entstehen[59]).

Wenn der Bau der Länge nach fortrückt, werden die zurückliegenden Schächte und Rollen abgeworfen, um einen festen, ununterbrochenen Versatz zu gewinnen; bei gebrächem Gestein, mächtigen Gängen und langen Firstenstössen hat man zur Sicherung, namentlich der Stossfirste, Zimmerung anzuwenden, indem man Stempel unterzieht, welche man beim Vorrücken des Baues einzeln wieder zu gewinnen sucht.

Ob man alle im Erzmittel möglich anzubringende Stösse gleichzeitig vortreibt, richtet sich nach den verlangten Förderungen, wie dies z. B. auf den Eisensteingruben im Siegener Lande geschieht, wo man dann zur Vermehrung der Versatzberge solche aus dem alten Mann herbeischafft. Ge-

[58]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1873. S. 53.

[59]) Combes: Traité de l'exploitation des mines, tome II. pag. 153.

langt man mit den Stössen an taube Mittel, so stellt man ihren Betrieb ein, wenn man es nicht für nöthig hält, wenigstens mit einem derselben als Untersuchungsort weiter vorzugehen.

Eine besondere Art von Firstenbau wird auf der Bleierz- und Blendegrube Apfel bei Bensberg geführt, wo man zwei benachbarte, um

Fig. 239.

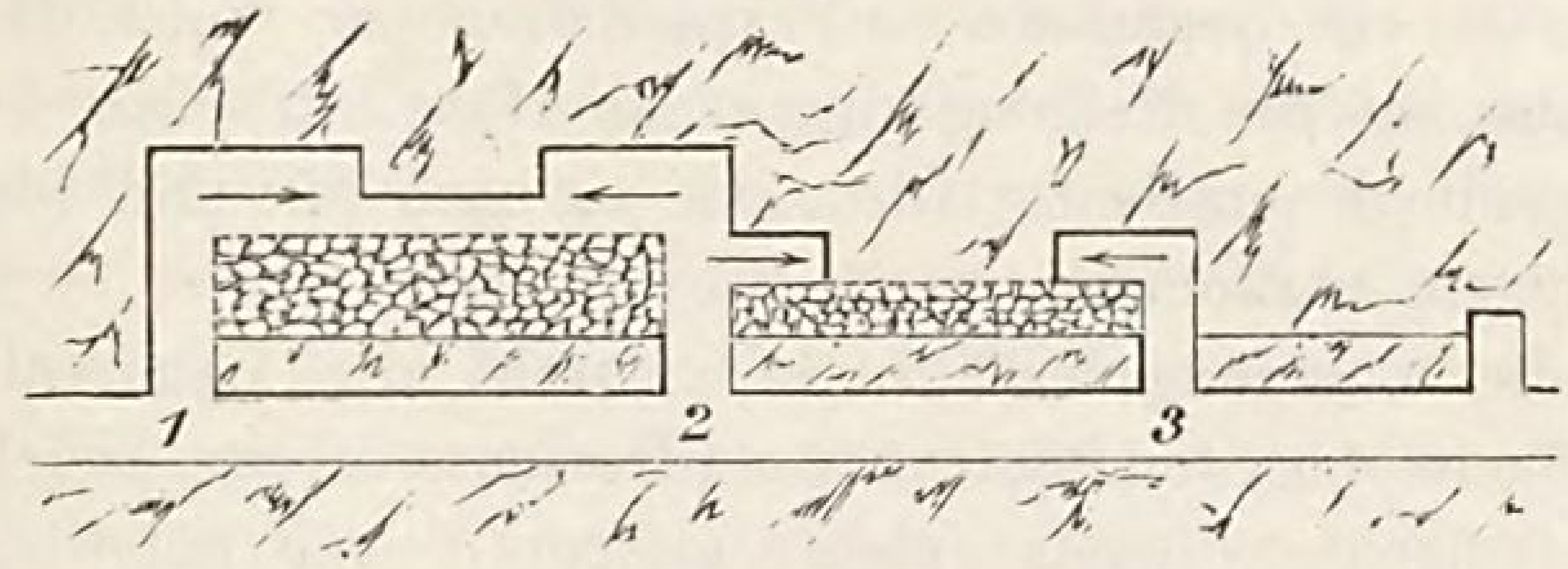
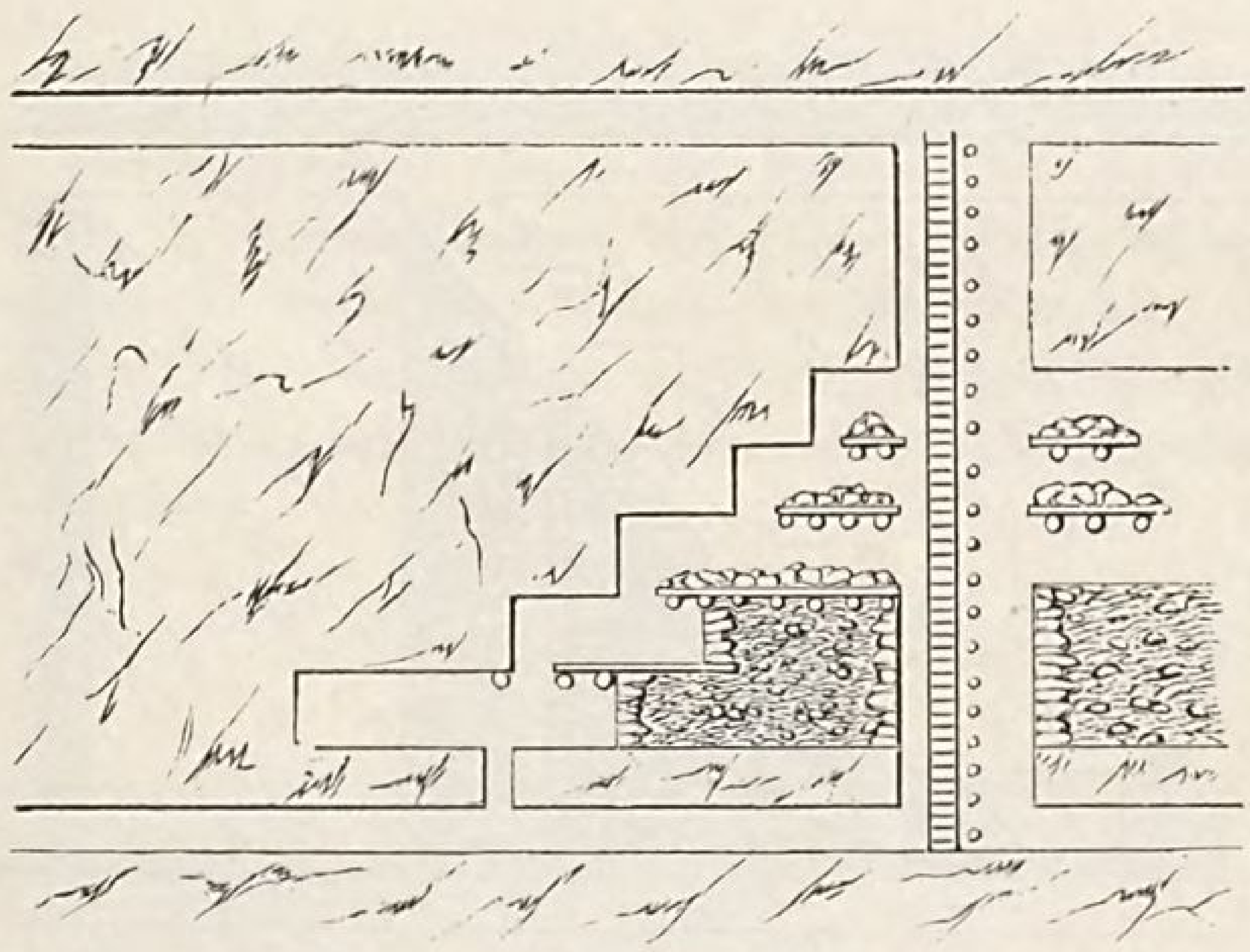


Fig. 240.



12,5 Meter von einander entfernte Rollen um die Höhe eines Firstenstosses vortreibt und dann von beiden Rollen aus sich entgegenarbeitet in der Richtung der Pfeile in der Fig. 239.

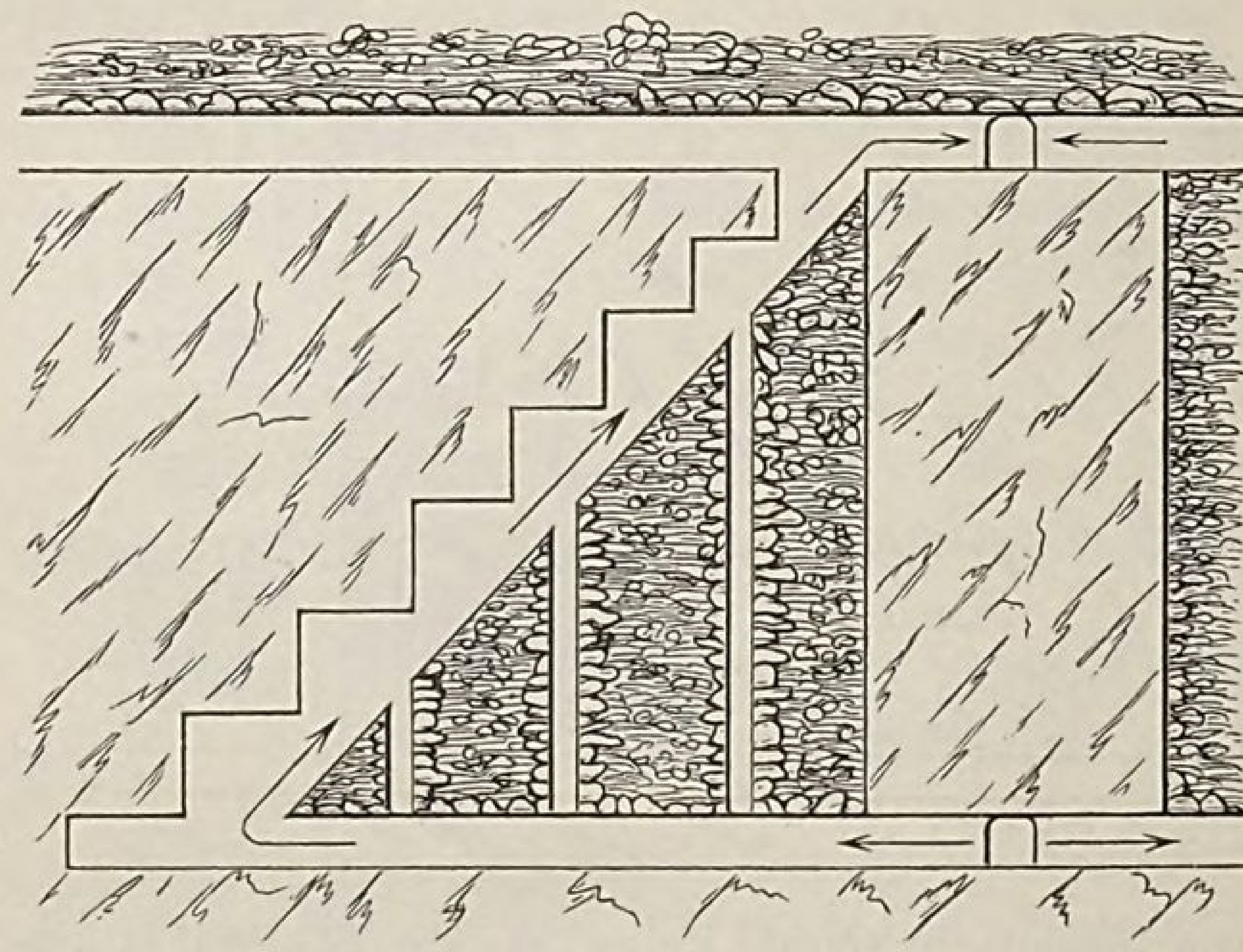
Der Firstenbau zu Przibram, Fig. 240, wird in folgender Weise geführt. Zwischen zwei Grundstrecken wird ein Abhauen oder Ueberhauen getrieben und zur Fahrung eingerichtet; 21 bis 25 Meter von diesem entfernt wird eine Rolle (Schutt) geführt. Ueber der unteren Strecke bleibt eine Bergfeste stehen; die Stossfirste wird söhlig, die Brust seiger getrieben, jeder Stoss wird 4 Meter lang, 3,662 Meter hoch genommen. Ist man ein Stück in die Höhe gelangt, so bringt man Bergversatz an, aber erst 10 bis 12,5 Meter vom Abbaustosse entfernt, bis dahin wird Kasten geschlagen.

Firstenkastenbau entsteht, wenn die vorhandenen Berge zum Füllen des Raumes nicht ausreichen; alsdann bekommen 2, 3, 4 oder mehr Stösse je nach Umständen einen besonderen Kasten, und es bleiben somit im Bergeversatz Strecken offen. Der Bau ist kostspielig wegen des grossen Holzaufwandes und deshalb im Ganzen selten.

Firstenbau auf Steinkohlenflötzen. In Belgien und Nordfrankreich, auf den Gruben Ebersdorf und Berthelsdorf im Hainicher Bassin des Königreichs Sachsen wird ein Firstenbau geführt, der in den ausserdeutschen Ländern l'exploitation à gradins renversés heisst im Gegensatz zu der nirgends mehr angewendeten l'exploitation à gradins droits, wird das Fallen flacher, so entstehen Uebergänge in den Strebbau mit abgesetzten Stössen. Er ist ein Gegensatz zu l'exploitation par tailles droites, wobei ohne Rücksicht auf die Neigung die ganze Höhe zwischen zwei Sohlenstrecken auf einmal verarbeitet wird, wie er noch hin und wieder auf den stehenden Flügeln vorkommt.

Durch die Lagerungsverhältnisse entsteht der Gegensatz zwischen stehenden Flügeln der Steinkohlenflötze (dressants, droits, couches à roissependage) und flachen Flügeln (plats, plateurs); jene unterliegen jetzt in

Fig. 241.



der Regel dem Firstenbau. Die Flötze haben in der Mehrzahl nur 500 Millimeter Mächtigkeit, wenige 800 bis 900 Millimeter, noch seltener sind Mächtigkeiten von 1,000 bis 1,300 und 1,500 Meter. Das Nebengestein ist im Ganzen gut, dagegen sind schlagende Wetter häufig.

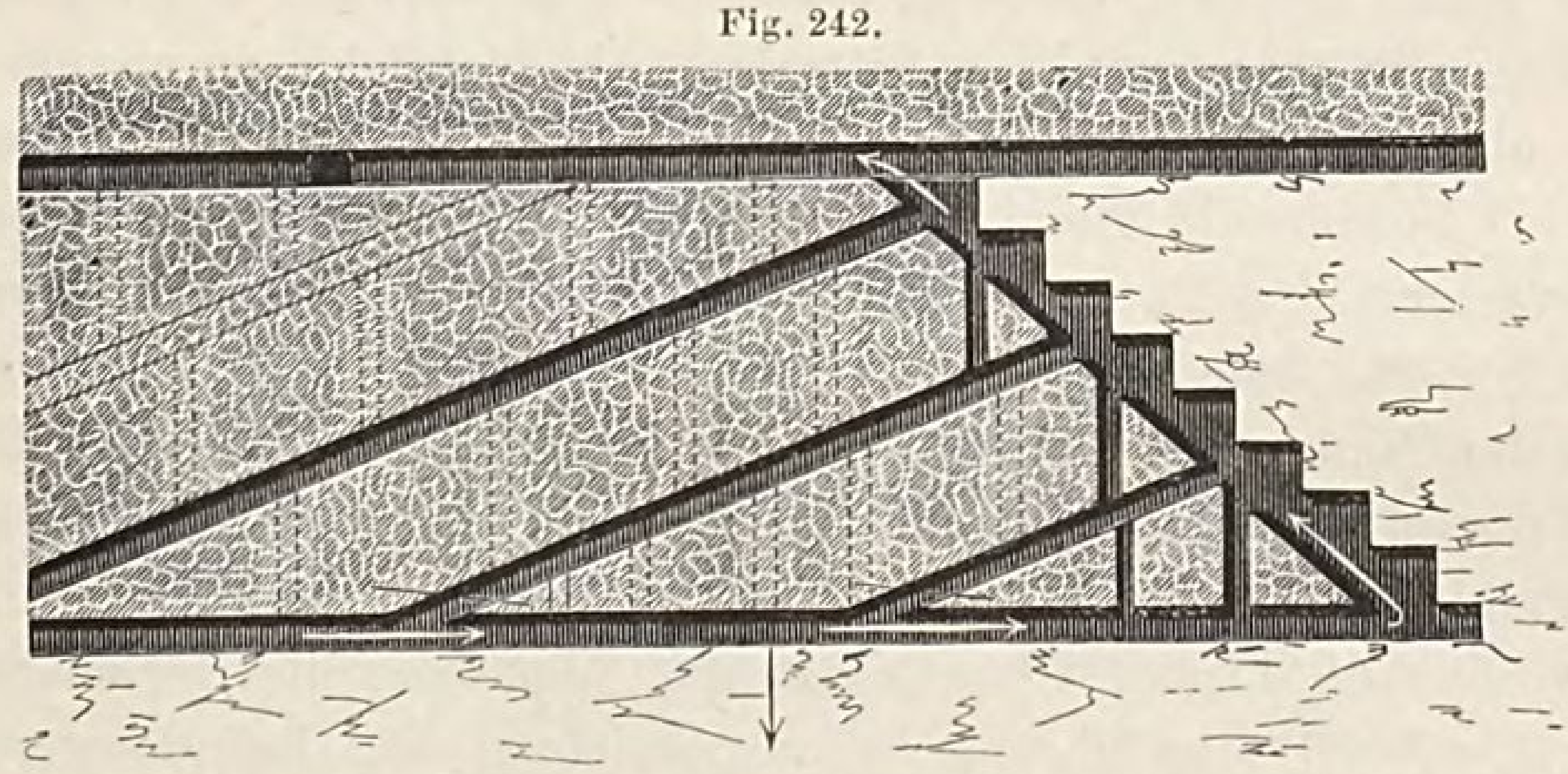
Der Bau[60]) umfasst in der Regel die ganze flache Höhe zwischen zwei Sohlenstrecken, deren seigere Entfernung 25 bis 40 Meter beträgt. In seltenen Fällen hat man ein Theilungsort und baut oberhalb desselben zuerst ab, z. B. wenn die schlagenden Wetter so stark sind, dass der vorhandene Wetterzug für die ganze Höhe auf einmal nicht ausreicht. Der Bau entspricht der obenstehenden Skizze, Fig. 241. Von der oberen Sohle geht man mit einem Abhauen bis zur unteren, mit deren Fortschreiten man die Firstenstösse

[60]) Ponson: Traité de l'exploitation des mines de houille, tome. II. p. 363. — Sello: Notizen über d. Bergw.- u. Hüttenbetrieb in Belgien in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 6B. S. 39. — Glückauf. Essen 1882. No. 82.

ansetzt. Nach Ponson sind die Arbeitsstösse 1,800 bis 3,000 Meter hoch, eine grössere Höhe führt die Uebelstände der tailles droites mit sich; auf der Grube Grand Bac sind nach Sello die Stösse 2 Meter hoch und lang. Jeder Stoss ist mit einem Hauer belegt, der sich auf eine Art Bühne stellt. Zimmerung wird je nach Bedürfniss angewendet. Das Material zum Versatz bildet sich theils aus unreinen Schramkohlen, Bergmitteln und Nachfall des Nebengesteins, theils aus Bergen vom Aufräumen der oberen und vom Betriebe der meist zur Pferdeförderung, also in grossen Dimensionen aufgefahrenen unteren Strecke; die beim Abbau aus dem Hangenden oder Liegenden gewonnenen Berge werden nach der Schicht oder des Nachts von einer Handlangerkette kleiner Knaben in Körben zum Stosse hinaufgereicht und fest zwischen die Zimmerung verpackt. Der Versatz zieht sich in schräger, etwa 45 Grad gegen die Grundstrecke geneigter, der Firstentreppe entsprechender Linie herab; ein Aufmauern findet hierbei nicht statt. Auf die Bergewirthschaft wird grosse Sorgfalt verwendet, nur selten tritt der Fall ein, dass wegen Mangels an Bergen eine söhlige Mittelstrecke offen gehalten werden muss, welche dann zur Förderung benutzt wird. Die zur Aufrechthaltung der Stösse erforderliche Zimmerung bleibt meistentheils in dem Bergeversatze zurück, geht also verloren, da dieser indess dem Stosse unmittelbar nachrückt, so sind die Hölzer meist nur von geringer Stärke; dagegen erfordert die untere Strecke besonders dauerhafte Zimmerung.

Die Förderung erfolgt an einzelnen Stellen in der Weise, dass man die Kohlen auf dem Versatz hinuntergleiten lässt, wodurch die Kohlen ver-

Fig. 242.



unreinigt werden und die Stücke zerbrechen, diese Methode ist nur anwendbar bei sehr starkem Fallen. Gewöhnlich bringt man unten geschlossene Rollen an, welche je nach Bedürfniss im Bergeversatz durch Zimmerung offen gehalten werden, in Entfernungen von 10 zu 10 Metern; auf der Grube Grand Bac hat man für je 2 Stösse, also für je 4 Meter Länge eine Rolle; der Arbeiter entfernt von Zeit zu Zeit sein Gerüst und lässt die Kohle in das nächste Rollloch gleiten. Nach einer dritten Methode[61]), welche im

[61]) Ponson a. a. O. tome II. pag. 432.

Couchant de Mons gebräuchlich ist, lässt man im Bergeversatz diagonale, 8 bis 10 Grad, höchstens 18 bis 20 Grad geneigte Förderstrecken offen, welche durch kurze Rollen mit den Arbeitsstössen in Verbindung stehen, Fig. 242.

Die Vortheile dieser Baumethode sind Concentrirung des Abbaues und kräftiger Wetterzug, der allerdings bei dem Bau mit tailles droites noch stärker ist, weil dabei die Winkel der Stösse fehlen. Dagegen hat sie den Nachtheil, dass die Ablösungen der Kohle nicht berücksichtigt werden können, was indess bei stark stehenden Flötzen überhaupt kaum möglich ist, ferner dass die Kohlen verunreinigt und zerkleinert werden und die verschiedenen Kohlensorten nicht schon in der Grube auseinander gehalten werden können.

Ein firstenartiger Abbau ist seit 1859 auf dem durchschnittlich 9 Meter mächtigen Steinkohlenflötze durch Rouquayrol im Bassin von Aubin in Belgien eingeführt[61a]). Das Flötz fällt 70 Grad ein, hat harte, aber klüftige Kohle, welche im Hangenden leicht zum Brande neigt; das Hangende ist Schieferthon und wenig compacter Sandstein, das Liegende seifig und unregelmässig. Das Flötz ist durch einen seigeren Schacht gelöst und in Etagen von 12 Meter Seigerhöhe eingetheilt. Jede Etage wird durch einen Querschlag, welcher zur Wasserlosung, Wetterführung und Förderung dient, gelöst; die Vorrichtung erfolgt durch Abhauen, welche von 100 zu 100 Meter von der oberen Förderstrecke auf dem Liegenden getrieben werden. Der Abbau erfolgt gleichzeitig von 2 Abhauen aus nach der Mitte zu von Unten her in Streifen, welche 3 Meter im Streichen breit und in der ganzen Flötzmächtigkeit bis zur Etagenhöhe gewonnen werden. Die Firstenstösse in jedem Streifen werden 2 Meter hoch genommen. Nach Gewinnung des untersten Stosses wird die zerstörte Abbaustrecke durch ein Mauergewölbe abgeschlossen, in dessen Scheitel ein Durchgang für eine verschliessbare Förderrolle bleibt. Durch diese Rolle gelangt der Arbeiter vor Ort, er versetzt den Raum über dem Gewölbe sorgfältig mit Bergen und auf dem Versatz stehend beginnt er den Aushieb des zweiten Stosses und versetzt den Raum mit Bergen, indem er darin 2 Rollen offen lässt, die eine in der Mitte zum Kohlenabsturz, die andere am festen Kohlenstoss zum Absturz von Versatzbergen für den nächsten Kohlenpfeiler. In solcher Weise werden die Firstenstösse bis zu dem Mauergewölbe der oberen Etage fortgesetzt. Die Wetterführung ist ausgezeichnet und Brände werden vermieden oder sind leicht zu dämpfen, die Unterhaltungskosten und der Holzverbrauch sind gering, der Abbau ist rein und vollständig, doch leidet, namentlich bei weichen Kohlen, der Stückkohlenfall.

Die Gedingeschliessung erfolgt in Belgien nach der Quadratfläche des ausgehauenen Raumes, wobei natürlich als ein wichtiger Faktor die Mächtigkeit des Flötzes mit in Rechnung zu ziehen ist. Bei Erzgruben

[61a]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1878. S. 364. — Siehe auch Bulletin de la société de l'industrie minérale. 2 série, tome 7. p. 451.

erfolgt die Gedingeschliessung nach der ausgewonnenen Länge, oder man bezahlt in Schichtlohn. In Cornwall verdingt man die Arbeit an den Wenigstfordernden und bezieht sich auf Menge und Gehalt der aufbereiteten Erze oder den Preis, welcher beim Verkauf derselben erzielt wird, wobei die Unternehmer selbst die Kosten der Förderung und Aufbereitung bezahlen; unter einen gewissen Normalsatz lässt man das Angebot nicht heruntergehen. Die Verdingung findet alle 2 Monate statt, wobei in der Regel eine Gesellschaft von 2 bis 8 Personen (tributers) eine Arbeit übernehmen[62]).

b. Strossenbau.

Der Strossenbau (l'exploitation à gradins droits) ist gleichsam die Umkehrung des Firstenbaues, aber älter als dieser. Auf Steinkohlengruben wird er wohl nicht mehr angewendet, weil die Kohle durch das Daraufstehen der Arbeiter verdorben wird, und weil ein kräftigerer Wetterzug

Fig. 243.

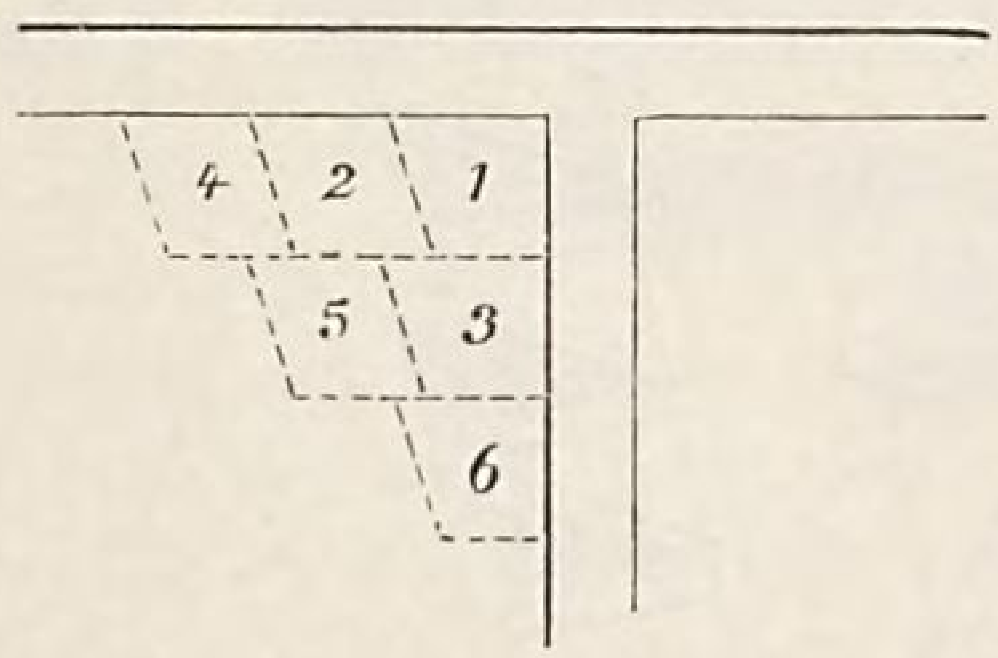
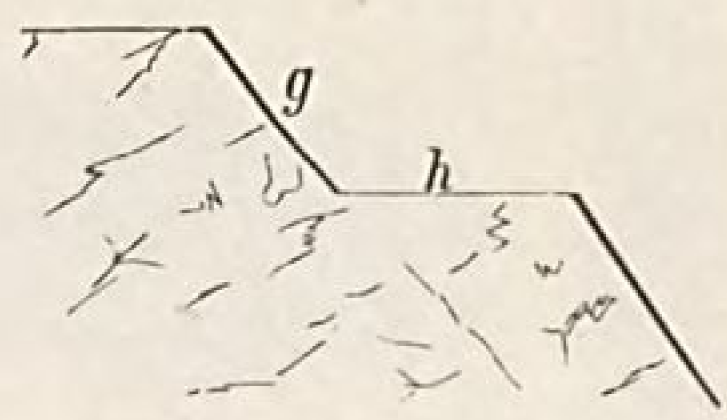


Fig. 244.



nothwendig ist, dagegen findet er sich noch auf Erzgängen, welche ein starkes Fallen und nicht mehr als 6,277 Meter Mächtigkeit haben; am häufigsten tritt er in den Erzgruben von Cornwall auf[63]).

Der Bau wird eingeleitet durch eine obere Strecke und durch ein von dieser aus abgeteuftes Abhauen, welches wo möglich in die Mitte des abzubauenden Mittels zu stehen kommt; der Abbau kann schon vor dessen Vollendung oder vielmehr mit dessen Fortschreiten begonnen und fortgeführt werden, dabei ist eine untere Strecke nicht erforderlich, wenn die Wasser nicht zu bedeutend sind. Der Anhieb beginnt, Fig. 243, mit dem Aushieb eines würfelförmigen Körpers in der Ecke, welche Strecke und Abhauen machen, dann folgen die Strossen zuerst im Streichen, dann im Fallen u. s. f., wie die Figur zeigt. Man kann den Bau einflügelig oder zweiflügelig führen, das letztere ist die Regel, wenn das Abhauen gewöhnlich in der Mitte des Mittels steht.

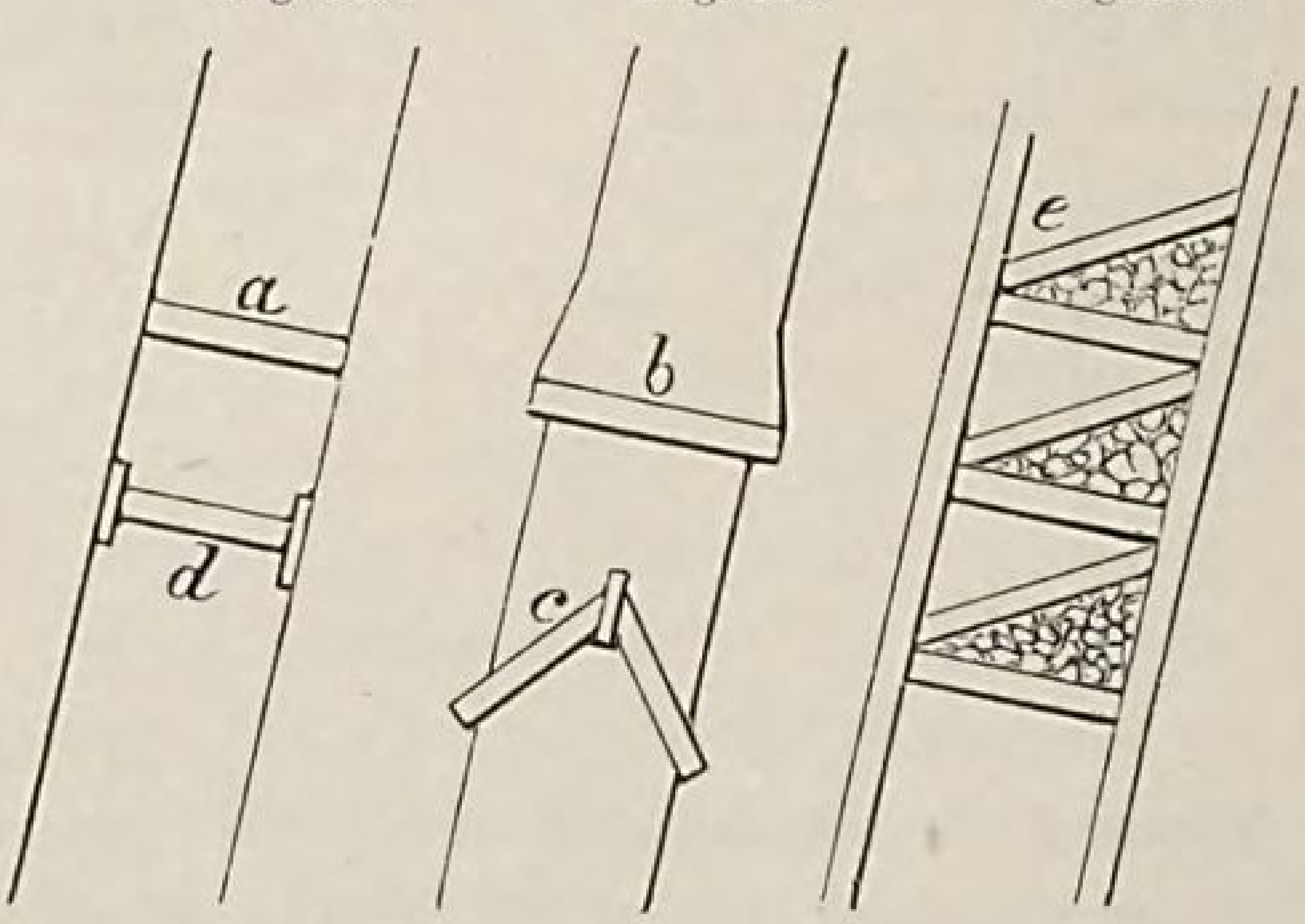
Die Stufen (Strossen). Die Begränzung der Stufe in der Verticalebene g, Fig. 244, heisst Stirn oder Brust, in der Horizontalebene h

[62]) Report of the Commissioners appointed to inquire into the condition of all mines in Great Britain, to which the provisions of the act 23 & 24. Vict. cap. 151 do not apply. London 1864.

[63]) Zirkel: Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 9B. S. 249.

Sohle. Ursprünglich waren die Stufen rechtwinkelig, namentlich als noch das Feuersetzen häufiger angewendet wurde, jetzt giebt man aber den Stufen stumpfe Winkel, weil sich dieselben besser und leichter aushauen lassen, auch zur Fahrung geeigneter sind; die Sohle legt man geneigt, damit die Wasser ablaufen können, doch nicht über 120 Grad. Werden die Gänge rechtwinkelig gegen das Streichen von Klüften durchsetzt, so legt man Stirn oder Sohle in dieselben. Die Sohle nimmt man länger, als die Stirn hoch, weil dann die Arbeit vor der kleineren Strossenbrust leichter ist, der Arbeiter sicherer steht, auch das Gewonnene nicht so leicht herabfällt, das Verhältniss der Stirn zur Sohle beträgt 2 : 3, auch wohl 1 : 4; bei Schlägel- und Eisenarbeit machte man früher die Sohle 1 bis 1,5 Meter lang, jetzt bei Schiessarbeit 8,3 bis 12,5 Meter lang, die Stirn 2,615 bis 3,139 Meter hoch. Damit möglichst wenig Erz verloren geht und nicht verunreinigt wird, werden die einzelnen Stösse geschrämt, die

Fig. 245. Fig. 246. Fig. 247.



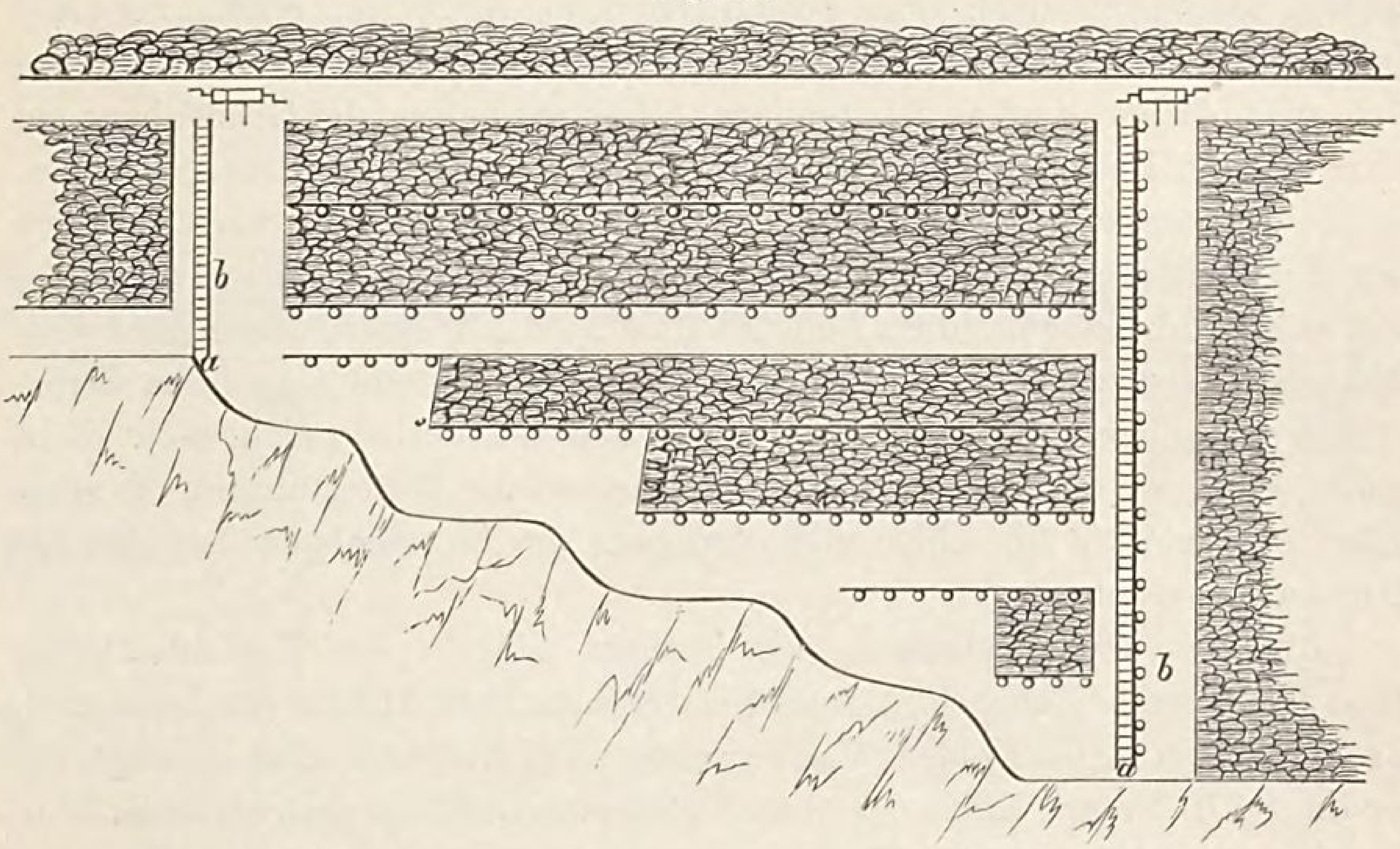
Berge versetzt, die Sohlen rein gekehrt und dann erst die Erze gewonnen; hierauf sondert man die mitgefallenen Berge aus und versetzt sie, scheidet das Grubenklein von den Wänden und fährt in der Gewinnung fort.

Für den Bergeversatz werden Kasten geschlagen, wo möglich aus barfuss liegenden, d. h. zwischen Hangendes und Liegendes eingekeilten Stempeln a (Fig 245) oder eingebühnten Stempeln b (Fig. 246) bestehend, bei mächtigen und stark stehenden Gängen, wendet man wohl Sparrenstempel c (Fig. 246) oder Stempel mit Anpfahl d (Fig. 245) an. Hat man nicht genug Berge zum Versetzen, so hat man Kasten mit Stempeln, Lagerhölzern und Unterzügen, wie e in Fig. 247 anzuwenden. Ueber den Kastenstempel legt man einen Verschluss von gerissenen Hölzern, auf welchen die Berge aufruhen. Je flacher das Fallen und je geringer die Mächtigkeit ist, desto weiter kann man die Kasten von einander entfernt schlagen, weil alsdann die auf ihnen ruhende Last geringer ist; häufig entspricht ein Kasten zwei Strossenhöhen. Die Kasten schreiten mit den Bauen fort, dürfen aber nicht ganz bis an die Abbaustrossen vorrücken, damit ein Fahrraum bleibt und keine Beschädigung der Kasten durch Schüsse stattfindet. Reichen die vorhandenen Berge nicht zum völligen Versatz und sind ohne grosse Kosten

keine herbeizuschaffen, so setzt man nur einen Theil des ausgehauenen Raumes voll aus und lässt den übrigen als Förderstrecken offen.

Förderung. Die reichen Erze werden in Körben gesammelt und die Fahrten hinauf-, wenn untere Strecken vorhanden, in diese hinabgetragen; für die ärmeren Erze lässt man alle 20 Meter der Höhe zwischen den Kasten eine Strecke offen, die nach dem Schachte führt. Wenn man eine untere Strecke mit dem Bau erreicht, so kann man einen Theil des Haufwerks durch Rollen abwärts fördern, darf aber darin nie Erze und Berge abwechselnd schütten, sondern nur entweder Erze oder Berge. In einer Entfernung von 30 bis 40 Meter vom ersten Schachte wird ein zweiter

Fig. 248.



offen erhalten und der erste, wenn er nicht mehr nöthig ist, verstürzt, um dem Versatz mehr Festigkeit zu geben. Fig. 248, worin a Fahrten und b Ziehschächte bedeuten.

Die Wasser werden in Rinnen am Liegenden abwärts bis in eine Strecke und von da zum Schachte geführt, von wo sie mit Handpumpen oder mit Kübel und Haspel gewältigt werden.

Die Wetterführung ist oft schwierig, wenn keine untere Strecke vorhanden ist, doch kann man dann die im Versatz offen bleibenden Strecken benutzen.

Ist das Gestein auf grössere Erstreckung taub, so hat man tauben Stoss, treibt ein Feldort hinein und geht in günstigem Falle mit neuen Strossen nieder, viele solcher abgesonderter Strossenbaue sind indess nicht gut, weil sie die Wasserabführung erschweren.

Vergleichung des Strossen- und Firstenbaues. Mit dem Strossenbau kann man sofort zum Abbau schreiten, wenn man ein bauwürdiges Mittel gefunden hat, beim Firstenbau muss man dasselbe erst mit einer

Strecke unterfahren und dann von Unten angreifen. — Bei jenem werden die Arbeiten meist nach Unten geführt, sind dadurch an sich leichter und gestatten schwereres Gezähe, bei diesem ist die Arbeit zwar unbequemer, aber die nach Unten wirkende Schwere des Gesteins kommt zu Hilfe. — Bei jenem stehen die Arbeiter sicherer und bequemer und Erzverlust ist weniger zu fürchten, man übersieht auch weniger leicht hangende und liegende Trümmer, die man auffindet, wenn man festes Gestein für den Kastenschlag aufsucht. Der Firstenbau ist gefährlicher, da Massen leichter hereinstürzen können, auch ist Erzverlust gar nicht zu vermeiden. — Trotz der Vortheile, welche hiernach der Strossenbau bietet, ist die anzuwendende Zimmerung ein Moment, welches ihn nicht empfiehlt, dieselbe ist sehr kostspielig, lässt sich nach dem Schadhaftwerden nicht gut erneuern, giebt daher leicht Veranlassung zu Brüchen, so dass verlassene Strossenbaue weit gefährlicher sind als Firstenbaue. Hiervon liefern die Grubenbaue am Harz genug Beispiele, wo bis zum zweiten Jahrzehnt dieses Jahrhunderts der Strossenbau noch vorherrschend war, jetzt aber verschwunden ist. Zu dem grossen Nachtheile, welchen die Zimmerung beim Strossenbau mit sich führt, kommt, dass beim Firstenbau die Wasserhaltung ganz fortfällt, der Versatz keine Schwierigkeiten macht, während man beim Strossenbau denselben über sich setzen muss und ihn deshalb nicht recht dicht erhält, auch ist die Förderung unbequemer und die Wetterführung oft misslich. Den meisten Ausschlag zum Verlassen des Strossenbaues hat aber die Zimmerung gegeben.

Auf den steil stehenden sog. rechten Flügeln der Kohlenflötze im Wormrevier bei Aachen[64]) wird ein strossenartiger Abbau von Oben nach Unten geführt. Die Kohlenhöhe zwischen zwei Abbaustrecken beträgt ungefähr 8,370 Meter. Unter der oberen Abbaustrecke lässt man einen Kohlenstreifen von 628 bis 942 Millimeter stehen und unterzieht denselben mit starken Stempeln, welche je 628 Millimeter von einander entfernt gelegt und ins Hangende und Liegende eingebühnt werden; unter jeden Stempel wird zu grösserer Sicherheit der Arbeiter ein zweiter Stempel von ca. 27 Centimeter im Quadrat eingebracht, aber nur ins Hangende eingebühnt, gegen das Liegende mittelst Anpfahl angetrieben. Beim Weiterrücken des Abbaues nach Unten werden in Entfernungen von 1,25 bis 1,5 Meter je nach der Festigkeit des Hangenden weitere Stempelreihen geschlagen. Unter der oberen Abbaustrecke wird zunächst, gewissermassen als Einbruch, ein Streifen Kohle von 628 bis 942 Millimeter Höhe ausgehauen, worauf der Abbau strossenförmig von Oben nach Unten erfolgt. Der ausgehauene Raum geht allmälig zu Bruche, wobei das Holz in der Regel nicht wieder gewonnen wird.

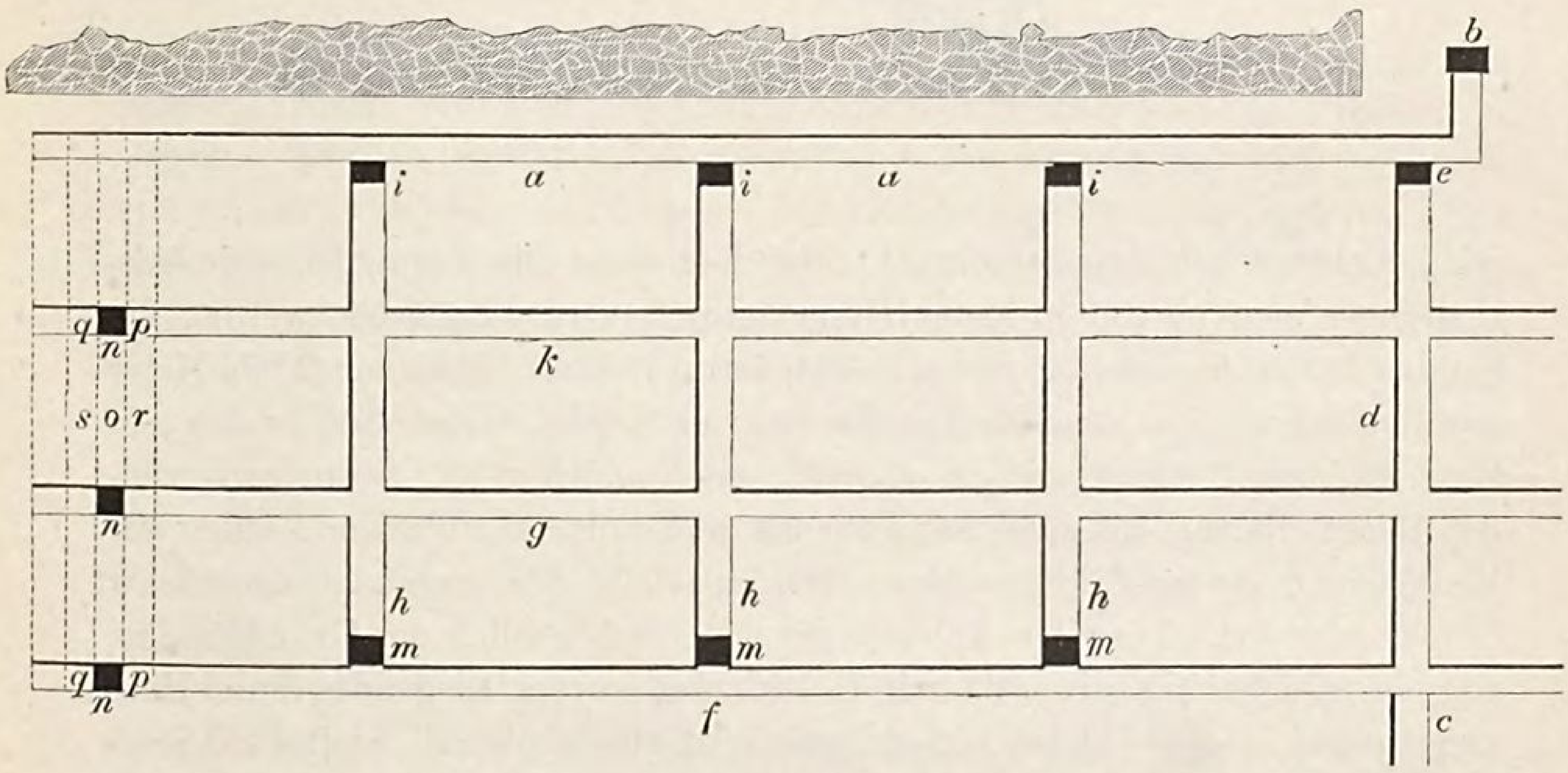
Für das mächtige Braunkohlenflötz bei Leoben hat man früher Firstenbau (Firstulmbau) angewendet, denselben aber in Strossenbau

[64]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17 B. S. 61.

(Strossulmbau) in neuester Zeit umgeändert[65]). Die frühere Methode war verhältnissmässig theuer, weil alle Abbaustrecken versetzt werden mussten; da der Versatz der tieferen Strecken nachgab, auf diesem aber die Zimmerung der oberen Strecken ruhte, so gerieth die hangende Kohle in Druck und der Procentfall an Stückkohlen wurde geringer, auch wurde die Gefahr für Grubenbrand dadurch erhöht; ferner erforderte diese Methode eine grosse Zahl von Belegorten, weil die Hauer, welche eine Strecke aufgefahren hatten, während des Versatzes dieser Strecke zu anderer Arbeit gelegt werden mussten. Diese Nachtheile suchte man durch den Stossbau zu vermeiden.

Nach den Fig. 249 und 250 erhält das vorgerichtete Feld eine flache Höhe von 56,880 Meter und eine unbestimmte streichende Länge. Unter Anstehenlassen eines Sicherheitspfeilers gegen den alten Mann wird das

Fig. 249.

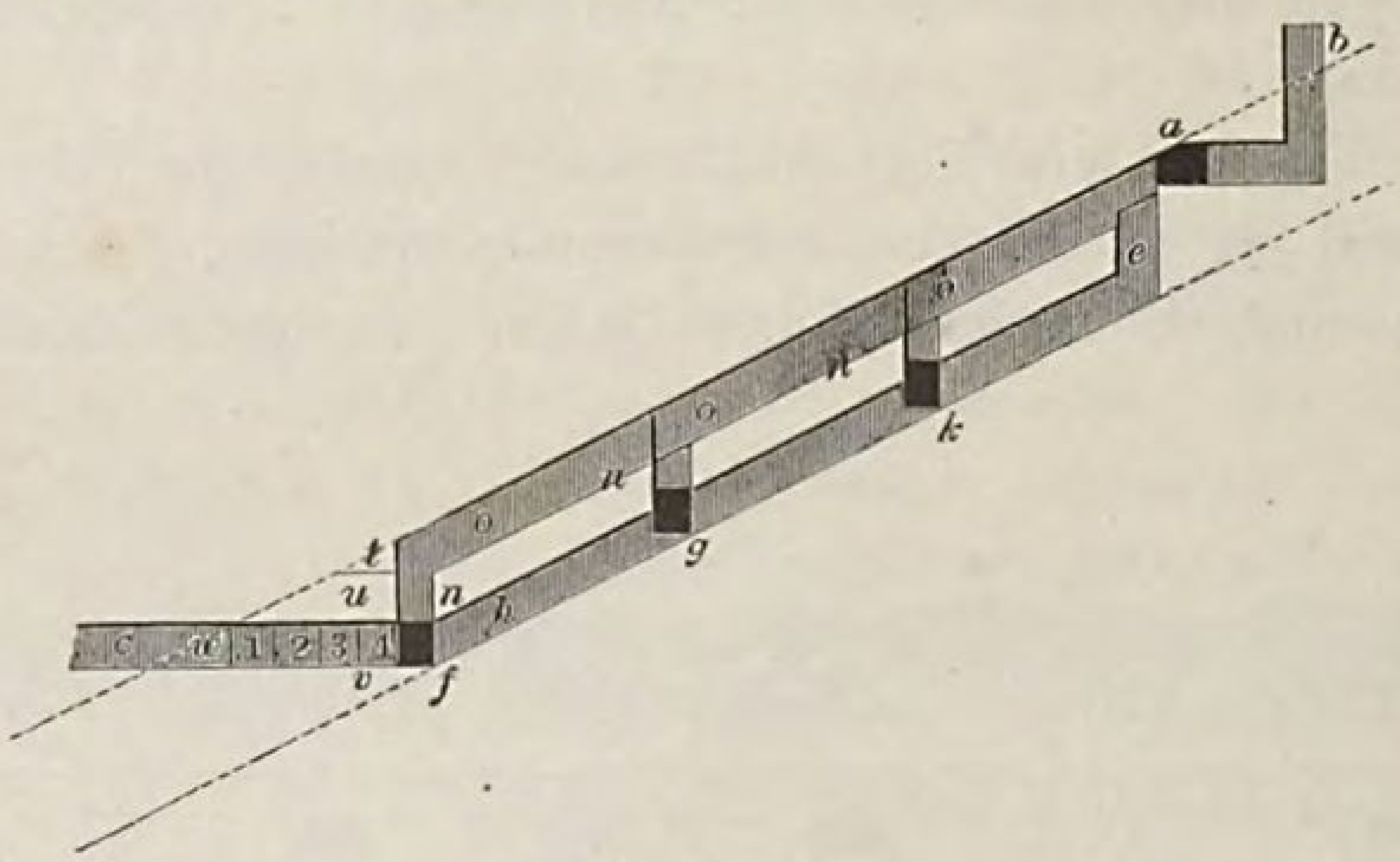


Baufeld oben durch eine im Hangenden getriebene Wetterstrecke a abgegränzt, welche mit einem Wetterschachte b in Verbindung steht; gelöst ist das Abbaufeld durch den Querschlag c vom Schachte aus, so wie durch den Bremsberg d, welcher zur Förderung dient. Sobald der Querschlag das Flötz erreicht hat, wird die Grundstrecke f im Liegenden aufgefahren und Behufs der Wetterführung in 18,960 Meter flacher Höhe eine Parallelstrecke g geführt, welche in Entfernungen von je 37,920 Meter mittelst flacher Durchhiebe h mit der Grundstrecke durchschlägig gemacht wird. Die

[65]) Ritter von Miller-Hauenfels: Die Fortschritte im Abbau des mächtigen Braunkohlenflötzes bei Leoben in berg- u. hüttenm. Jahrb. der k. k. Bergakademien Przibram und Leoben und der k. ungar. Bergakademie zu Schemnitz f. d. J. 1868/69. Prag 1870. S. 410. — Der Berggeist. Köln 1871. S. 145.

Durchhiebe h werden ansteigend bis zur oberen Baugränze erlängt und mittelst seigerer Ueberbrechen i mit der Wetterstrecke a in Verbindung gesetzt, von welcher ausserdem ein Wetterabhauen e durch das Flötz bis zum Liegenden führt. Auf diese Weise ist die Wetterversorgung des Baufeldes bewirkt, indem man immer nur das hinterste Aufhauen h offen erhält, die weiter vorliegenden aber durch Wetterthüren oder Wetterverdämmungen abschliesst. Ausserdem gehören zur Feldesvorrichtung noch ein

Fig. 250.

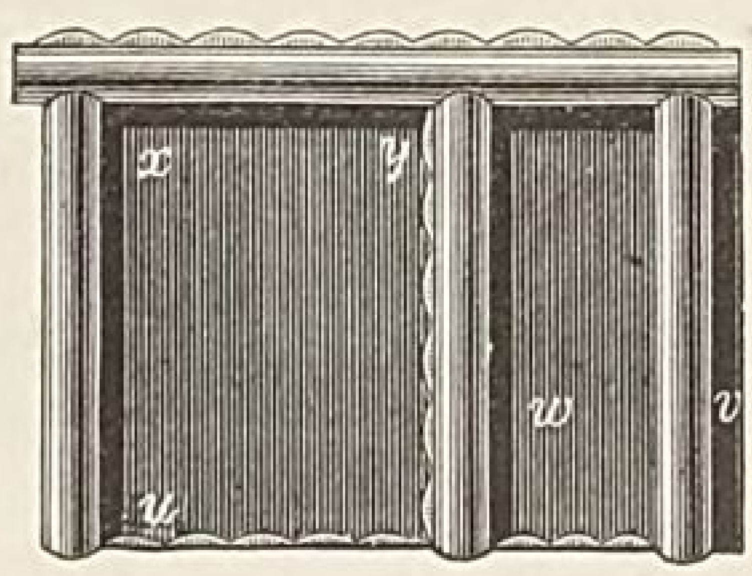


oder mehrere Theilungsstrecken k, durch welche die flache Höhe in Abtheilungen von je 18,960 Meter Höhe getheilt wird. Zunächst werden die Kohlen in den flachen Aufhieben h firstenartig in einer Breite von 2,894 Meter gewonnen und der ausgehauene Raum vollständig ausgesetzt, wobei die Gesenke i als Wetterwege und zugleich als Rolllöcher für die zu versetzenden Berge dienen, während zur Fahrung und zum Absturz der Kohlen die Rolllöcher m nachgeführt werden. Der specielle Abbau erfolgt demnächst in folgender Art. Aus allen Abbaustrecken, einschliesslich der Grundstrecke, werden gleichzeitig die seigeren Ueberhauen n vom Liegenden zum Hangenden des Flötzes betrieben und demnächst gleichfalls gleichzeitig am Hangenden die Strecken o in der Fallrichtung durchgeführt, bis sie unter einander und mit der Wetterstrecke a durchschlägig sind. Alsdann werden diese Strecken o nach der ganzen flachen Höhe des Abbaufeldes zu Bruche geworfen und zwar von Unten gegen Oben fortschreitend, wobei die Strecke a den Rückzug sichert und die Ueberhauen n durch Zimmerung gegen das Zubruchegehen geschützt sein müssen. Hierauf geht man von den Ueberhauen n aus streichend mit den Strecken p und q vor und gewinnt die Angriffsstellen für die Strecken r und s, welche demnächst in gleicher Weise zu Bruche geworfen werden, wie die Strecke o. Die Zimmerung für diese Strecken ist gewöhnliche Thürstockzimmerung, Fig. 251. Sie erhält aber ausser den beiden Thürstöcken u und v noch den Stempel w, welcher dem Thürstock v näher steht, als dem anderen u, so dass für den Betrieb der benachbarten Strecke jedesmal ein Wetterkanal gebildet wird. Vor dem Zubruchewerfen der Strecke wird der Stempel w mit

Schwarten benagelt, ebenso die Sohle mit solchen belegt, endlich die Kappe bei x und y durchgehackt. Die Schwarten bei w verhindern das Eindringen der Bruchmassen in die nebenliegende Strecke, die an der Sohle dienen zum Abfangen der Bruchmassen gegen die unteren Baue.

Wenn auf diese Weise die Oberbank des Flötzes abgebaut und das Dach derselben zu Bruche geworfen ist („das Flötz geköpft ist"), so wird von den Ueberhauen n aus die Mittelbank in ganz gleicher Weise in Ver-

Fig. 251.



hieb genommen, wobei der Durchschlag mit der Wetterstrecke a den Wetterwechsel und den Rückzug beim Zubruchewerfen der Pfeilerörter sichert. Endlich erfolgt in gleicher Weise der Verhau der unteren Bank, mit welcher die ganze Mächtigkeit des Flötzes abgebaut ist; wäre das Flötz noch mächtiger, so würde es keinem Bedenken unterliegen, den Abbau auf vier und mehr Bänke zu richten. Die Baue der unteren Bank wirft man übrigens nicht durch Rauben der Zimmerung zu Bruche, sondern überlässt sie sich selbst, so dass sie nach und nach zusammenbrechen; auch schützt man die Sohle dieser Baue nicht durch Schwartenpfähle, weil die Baue der nächsten Sohle durch einen Kohlensicherheitspfeiler von den oberen Bauen getrennt werden, also eine Sicherung gegen Bruch nicht erforderlich ist.

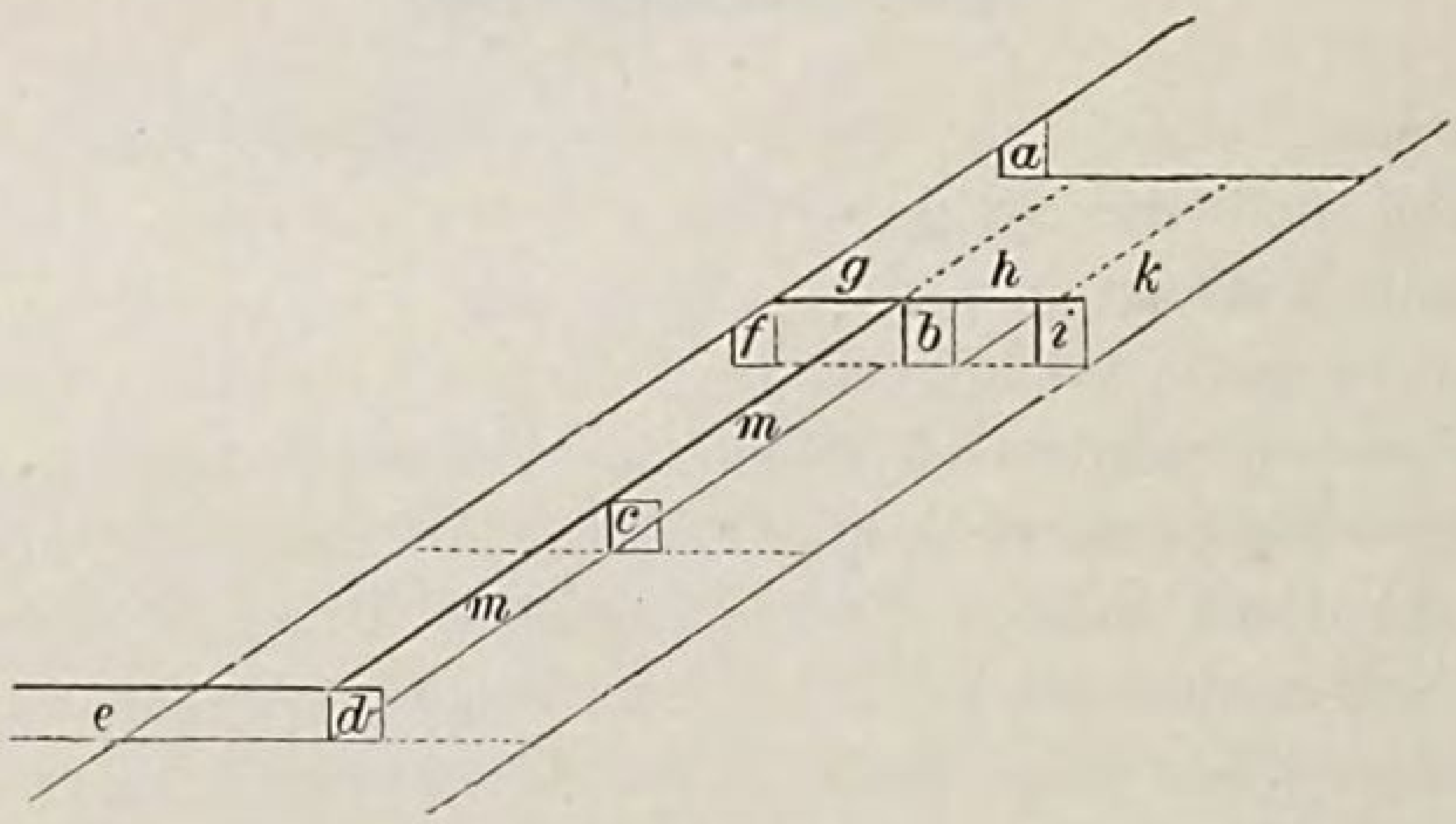
Im Allgemeinen ist noch zu bemerken, dass die Pfeilerörter 2,894 bis 3,792 Meter breit und 2,212 bis 2,528 Meter hoch genommen werden. Die streichenden Verhiebe p und q werden innerhalb der Brüche offen gehalten, um zu den Pfeilerörtern gelangen zu können, weshalb man auch die Ueberbrechen n nicht auf die Punkte beschränkt, welche in der Figur angegeben sind, sondern man bringt sie überall da an, wo sich eine Gelegenheit bietet, namentlich bei den flachen Aufhieben h. Nach Figur 250 bleibt nach Beendigung des beschriebenen Abbaues am Fusse der Bauabtheilung ein Dreieck anstehen, welches aus der Bausohle noch zu gewinnen ist; dies geschieht etagenförmig von Oben nach Unten. Die oberen Etagen werden mittelst der Querörter t und u abgebaut und zu Bruche geworfen, während die untere Etage v durch die streichenden Oerter 1, 2, 3 u. s. w. ausgekohlt wird.

Es ist selbstverständlich, dass nicht, wie in der Figur, nur der hinterste Theil des Baufeldes in Bau genommen wird, sondern je nach dem Kohlenbedarf an mehren Punkten gleichzeitig Abbau geführt wird, wobei

man die Pfeilerabschnitte etwa 18,960 Meter breit nimmt und als Regel gelten lässt, dass der Verhieb um so weniger vorgerückt sein darf, je mehr die Pfeilerabschnitte sich der Hauptbaugränze nähern.

Der beschriebene Abbau würde erst dann ein wirklicher Strossenbau sein, wenn die Pfeilerörter nicht zu Bruche geworfen, sondern mit Bergen versetzt würden; der Bau würde dann für das Leben der Arbeiter sicherer und bei dem reichen Bitumengehalt des Dachgebirges vor der Gefahr des Grubenbrandes grösseren Schutz gewähren, indess würden die Kosten sehr bedeutend steigen, weil die Herbeischaffung und Versetzung der Berge an dieser Stelle etwa eben so viel kostet, wie die eigentliche Kohlengewinnungsarbeit. Ein theilweiser Versatz findet auf einer anderen Grube, welche dasselbe Flötz baut, statt. Das Abbaufeld wird vom Schachte aus durch einen Querschlag e, Fig. 252, gelöst. Neben dem alten Mann des oberen

Fig. 252.



abgebauten Feldes wird eine Strecke a offen gelassen, welche für das nächst untere Feld als Wetter- und Versatzstrecke dient und daher mit einem Schachte in Verbindung steht, durch welchen die Versatzberge eingehängt werden, sofern diese nicht aus Bergmühlen zu gewinnen sind. Die Vorrichtung des in Bau zu nehmenden Kohlenpfeilers erfolgt in der Mitte der Flötzmächtigkeit durch die streichenden Strecken b, c, d, von denen die obere b mit der Wetterstrecke durch ein Ueberhauen durchschlägig gemacht wird, die untere d als Hauptförderstrecke dient. Diese Strecken theilen das Feld in streichende Pfeiler von 15 Meter flacher Höhe und werden alle 37,920 bis 47,400 Meter durch flache Aufhiebe mit einander verbunden, von denen der vorderste m als Bremsberg hergerichtet wird. Von den in solcher Weise gebildeten Pfeilerabschnitten werden die hintersten und obersten zuerst in Bau genommen. Zu diesem Zwecke wird von b aus querschlägig bis zum Hangenden vorgegangen und die streichende Strecke f am Hangenden aufgefahren, von welcher aus ansteigend Pfeilerabschnitte bis zur Strecke a in der hangenden Flötzbank g abgebaut und von a aus mit Bergen versetzt werden, bis die ganze hangende Flötzbank in solcher Weise ausgewonnen ist. In gleicher Weise wird von b aus die

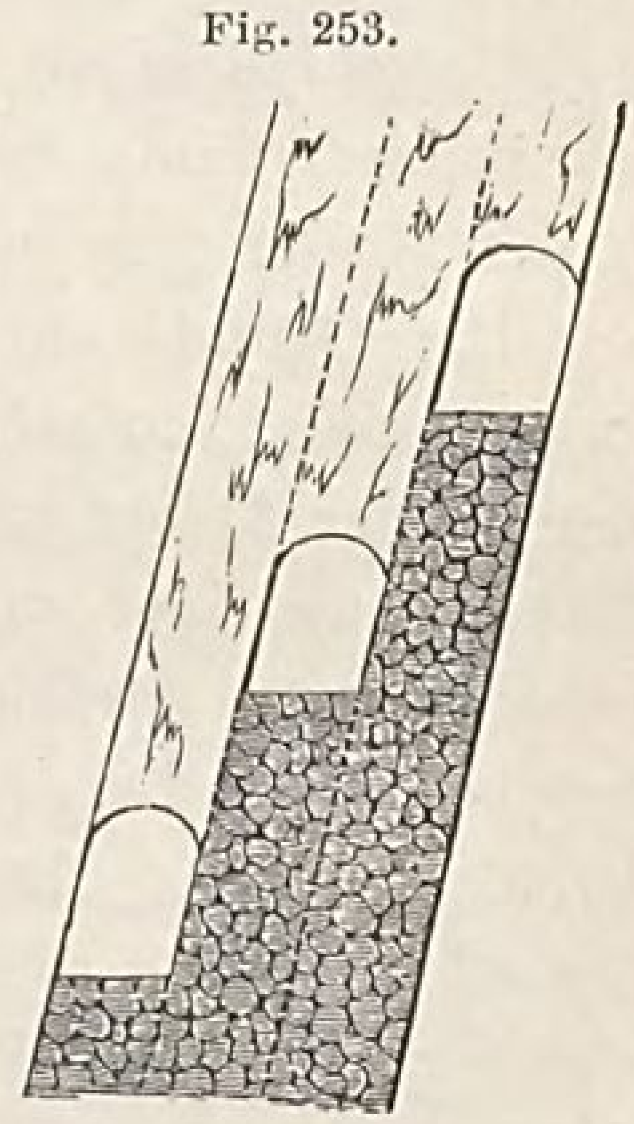
Mittelbank h gewonnen und der Raum von a aus versetzt, wobei, wie schon bei g, die Sohlen der Abbauörter mit Schwartenpfählen belegt werden, um beim Abbau der tieferen Pfeilerabschnitte vor dem Niederrutschen des Bergeversatzes gesichert zu sein. Zuletzt wird von b aus die Strecke i in der liegenden Flötzbank k gelöst und diese von hier aus in gleicher Weise abgebaut; die Abbauörter werden hier aber nicht versetzt, sondern zu Bruche geworfen. Demnächst wird der weiter unten gelegene Pfeilerabschnitt in Angriff genommen, wobei die Strecke f — an Stelle der Strecke a — als Wetterstrecke und zur Zuführung von Versatzbergen dient. In gleicher Weise schreitet der Bau bis zur unteren Grundstrecke vor.

Nach dem Ingenieur Hippmann zu Leoben ist für die dortigen mächtigen Flötze ein Querbau mit Bergeversatz und mit Abbau der Etagen von oben nach unten vorgeschlagen und eingeführt, welcher die Gefahren der sonstigen Abbaumethode in Bezug auf Zubruchegehen und Entzündung der Kohlen beseitigt und sogar gestattet, in Brand gerathene und längere Jahre verlassene Bauabtheilungen von Neuem in Bau zu nehmen; dagegen wird der Procentfall an Stückkohlen durch diese Methode geringer.

c. Seitenstrossenbau und Seitenfirstenbau.

Der Seitenstrossen- und Seitenfirstenbau sind Abarten der vorigen Methoden für sehr mächtige Gänge, auf denen man den Querbau nicht anwenden will. Da eine Weite der Baue von über 4,185 Meter leicht gefährlich wird, so theilt man den Gang nach seiner Mächtigkeit in 2 bis 3 Streifen und baut jeden derselben für sich ab, wobei man im Liegenden beginnt und den vorhergehenden Streifen versetzt, bevor man den folgenden in Angriff nimmt; auch die Hauptstrecke hält man an oder im Liegenden, so dass man von Zeit zu Zeit herüberbrechen und einen neuen Stoss in Angriff nehmen kann, Fig. 253. Bei diesem Bau wird Zimmerung nöthig, theils zur Unterstützung, theils um das Hereinrollen der seitlich befindlichen Berge des ersten Versatzes zu verhindern; man treibt deshalb mit Pfählen ab, was gefährlich ist und viel Holz kostet. Ist das Fallen indess sehr flach, so braucht man oft gar keine Zimmerung, indem die Berge ohne Weiteres liegen bleiben; deshalb baut man auch oft nicht nach der Fallrichtung des Ganges, sondern in einer schwächeren Neigung ab, wodurch man den Versatz weniger zum Rutschen geneigt macht.

Fig. 253.



Der Seitenstrossenbau wurde früher besonders im Sauberge bei Ehrenfriedersdorf angewendet, wo man die Erzmittel der sehr mächtigen Gänge mittelst Feuersetzen gewonnen hatte und später fand, dass die Ge-

winnung der Saalbänder auch noch lohnte. Es wurden die Schalen zu beiden Seiten des ausgewonnenen Raumes durch Seitenstrossenbau hereingenommen.

Der Seitenfirstenbau ist jetzt überaus häufig auf den mächtigen Bleierzgängen am Harz, wo man, als der Strossenbau aufgegeben wurde, z. B. auf Bergwerkswohlfart[66]) anfänglich Querbau einzurichten beabsichtigte, aber zu dem Seitenfirstenbau überging.

Man treibt die Hauptstrecke im Liegenden, nimmt die Firstenabschnitte etwa 2,615 Meter breit, lässt die Berge unmittelbar auf der festen Sohle ruhen, wodurch für die Baue in der nächst tieferen Etage, wenn sie sich den oberen nähern, die Nothwendigkeit entsteht, den oberen Erzdeckel abzutreiben, damit die Berge von oben nicht hineinstürzen, wodurch aber die Kastenschläge vermieden werden, welche mindestens 3 bis 4 Mal erneuert werden müssten, bis der untere Abbau so hoch greift. Kleine Querörter vermitteln die Förderung, welche wie gewöhnlich durch Rollen geschieht.

Schon hier äussern sich die Nachtheile, welche der Abbau sehr mächtiger Lagerstätten mit sich bringt, was weiter unten noch eingehender zur Erörterung kommen wird.

d. Stossbau.

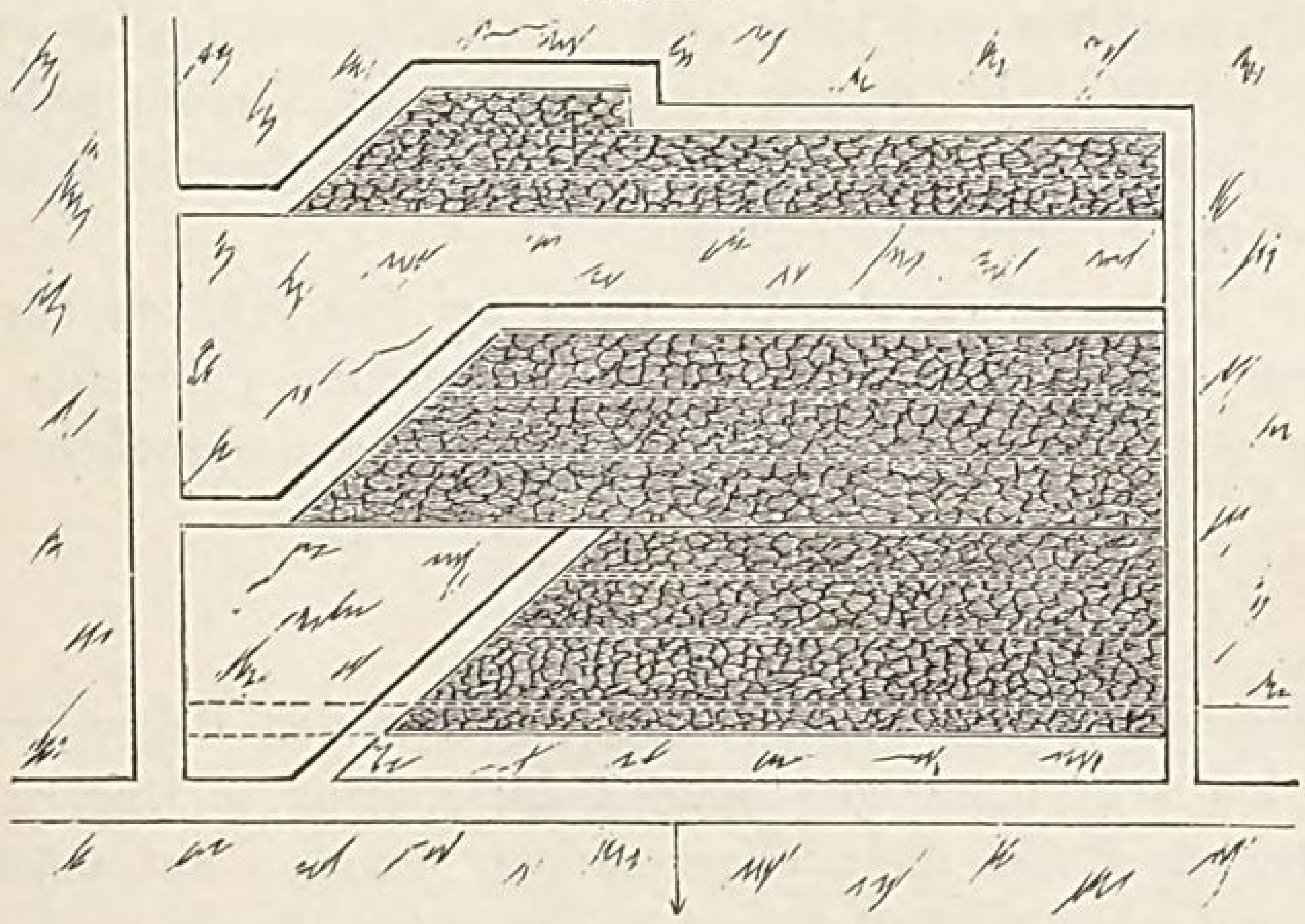
Der Stossbau ist nur von lokaler Bedeutung, kommt in Westfalen auf stark, nicht unter 35 bis 40 Grad geneigten mächtigen Steinkohlenflötzen vor, welche Bergmittel von ansehnlicher Mächtigkeit enthalten oder von leicht nachfallendem Nebengestein begleitet sind, oder wo Berge leicht heranzubringen sind; zuweilen wird er auch nur angewendet, um solche Berge in der Grube verwenden zu können.

Die Grund- oder Sohlenstrecke wird, Fig. 254, bis zur Gränze der Bauabtheilung aufgefahren. Wenn noch andere Bauabtheilungen folgen, so beginnt der Abbau unter Belassung eines Sicherheitspfeilers über der Grundstrecke aus einer zweiten mit dieser parallel aufgefahrenen Strecke; im anderen Falle geschieht dies direct über der Grundstrecke oder schon beim Betriebe derselben. In angemessener Entfernung von einem an der vorderen Baugränze herzustellenden Ueberhauen oder einem schwebenden Bremsberge oder tonnlägigem Schachte oder selten von einem Rollloche erweitert man die Firste der Strecke um 2 bis 3 Meter und nimmt in dieser Höhe einen Kohlenstoss streichend bis zur Baugränze fort; dabei fallen die Berge nieder und werden so weit eingeebnet, als zur Nachführung des Fördergestänges erforderlich ist. Wird schon die Grundstrecke als erster Abbaustoss betrieben, so tritt zuweilen die Nothwendigkeit ein, einen Theil der Berge fortzuschaffen, um oberhalb des Versatzes Raum für

[66]) Zimmermann: Das Harzgebirge. Bd. 1. S. 368.

die Förderung zu haben. Dem ersten Stosse folgt ein zweiter, welcher gewöhnlich von der Baugränze rückwärts getrieben wird, demnächst von vorn her ein dritter u. s. f., was sich so oft wiederholt, als die Berge noch zur Füllung des Raumes mit Ausnahme der Förderstrecke ausreichen; je mehr Berge daher zur Verfügung stehen, desto mehr Stösse können getrieben werden, ohne dass die Firste sich zu sehr über den Bergeversatz erhebt, wobei die bei Entblössung einer zu grossen Gesteinsfläche entstehende Gefahr eine Gränze setzt. In letzterem Falle muss ein Kohlenpfeiler geopfert werden, über welchem der Bau dann aufs Neue beginnt. Durch Erfahrung

Fig. 254.



findet man bald die anwendbare Zahl der Stösse. Eine grössere flache Höhe kann man auch gleich in Abtheilungen zerlegen, die man dann aber besser von Oben nach Unten abbaut.

Zur Förderung bedient man sich von den ersten Stössen aus gern kurzer Diagonalen; ist ein Bremsberg oder eine andere Vorrichtung zur Förderung von Oben nach Unten vorhanden, so durchörtert man bei jedem zweiten oder dritten Stosse den Sicherheitspfeiler zwischen Diagonale und Bremsberg, um die diagonale Förderung abzukürzen und den Sicherheitspfeiler nicht zu sehr auszudehnen.

Die Holzwiedergewinnung gelingt bei diesem Bau meist sehr vollständig, da die Berge des nächst höheren Stosses den Förderraum des tieferen wieder ausfüllen; die Hölzer können daher mehrmals gebraucht werden.

Die Wetterführung wird befördert durch ein an der Baugränze offen zu erhaltendes Ueberhauen; wenn der Abbau unmittelbar über der Grundstrecke beginnt, diese also verschüttet wird, muss Behufs der Wetterführung ein Kanal im Versatz offen gehalten werden, der auch zugleich zur Wasserabführung benutzt wird.

Der Stossbau ist ein Firstenbau, der zu Gunsten der Förderung und der Conservirung der Kohlen jeden Stoss für sich auffährt. Hiermit geht der Vortheil eines concentrirten Baues verloren, das tägliche Förderquantum

ist nur gering, und die Methode zur Beschaffung grosser Kohlenmengen unanwendbar; ebene Fördersohlen sind fast unmöglich, weshalb grosse Längen für die Bauabtheilungen nicht rathsam sind, im Maximum nimmt man ca. 200 Meter[67]).

Dem Stossbau ähnlich gestaltet sich der Firstenbau auf Eisensteingängen, da die Gruben in ihrem Förderquantum von den Hüttenwerken abhängig sind, weshalb man, wenn deren Betrieb schwach ist, nur einige Stösse von der ganzen flachen Höhe des Firstenstosses betreibt.

In Westfalen hat man auch eine Art Firstenbau auf Steinkohlen- und Blackbandflötzen (Zeche Argus), wobei gleichzeitig 2 bis 3 Meter hohe Stösse zu Felde gehen und jeder oder je zwei derselben eine Förderstrecke im Versatz erhalten; Bedingung hierzu ist jedenfalls gutes Nebengestein. Die Methode, welche dem Firstenkastenbau vergleichbar ist, erscheint wegen des Holzverbrauchs unwirthschaftlich.

Auf der Steinkohlengrube Gerhard bei Saarbrücken hat man einen stossförmigen Abbau mit Vortheil zur Anwendung gebracht, welcher in Verbindung mit dem dort eingeführten Strebbau besprochen werden soll.

e. Querbau.

Der Querbau wurde im Jahre 1749 durch den Bergverwalter Zipser zuerst für den sehr mächtigen Spitaler Bleierzgang in Ungarn eingeführt, ist jetzt aber dort fast ganz abgekommen, dagegen auf mächtige Lager und Flötze mit starkem Fallen, auf stockförmige Massen und auf den Betrieb unterirdischer Steinbrüche übertragen. Sein Charakter ist Theilung der Lagerstätte durch Sohlen von Oben nach Unten, Gewinnung des Minerals über jeder Sohle von Unten nach Oben in horizontalen Scheiben oder Abschnitten und zwar mittelst quer durch die Mächtigkeit der Lagerstätte geführter Oerter, welche versetzt werden, so dass bei Gewinnung des nächst höheren Abschnittes der Arbeiter auf dem Versatz des unteren steht. Diese Baumethode ist nur auszuführen möglich bei sehr mächtigen und durchgängig bauwürdigen Lagerstätten; sind viele taube Mittel vorhanden, so verliert sie ihren Nutzen.

Von einem, am besten seiger, im Nebengestein abgeteuften Schachte aus[68]) wird eine Strecke im Streichen am Liegenden aufgefahren, welche etwas ins Liegende eingreift, um dorthin die Gefluther für die Wasserhaltung zu legen; diese Strecke wird erst gut ausgezimmert, dann gemauert. Von der streichenden Strecke aus geht man mit Oertern von 1,883 bis 3,766 Meter Breite, je nach der Brüchigkeit des Ganges und 1,883 Meter Höhe quer durch den Gang; eben solches Ort treibt man um

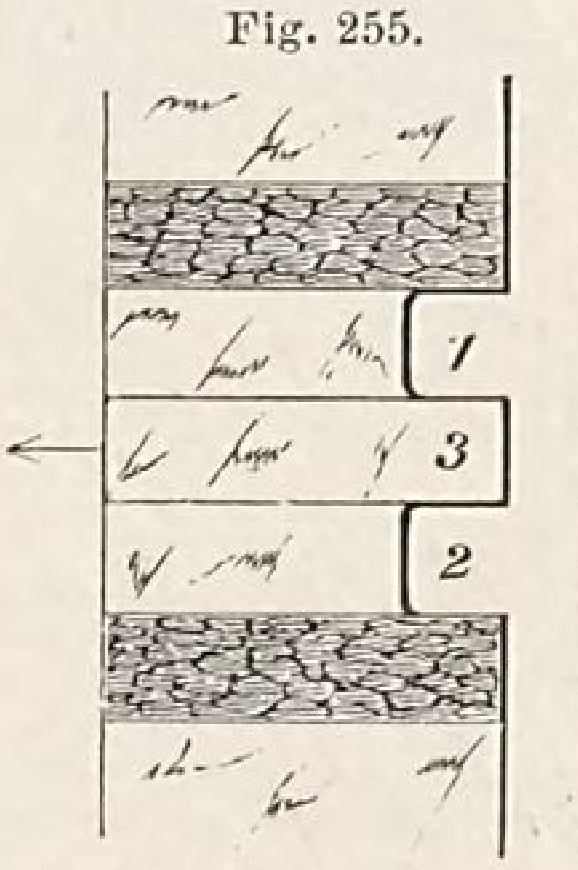
[67]) Ponson a. a. O. tome II. pag. 510.

[68]) Héron de Villefosse über den Mineralreichthum, deutsch von C. Hartmann. Thl. II. S. 332. — Delius Bergbaukunst §. 350.

eine oder 3 Ortsbreiten horizontal entfernt u. s. f. Die Oerter werden verzimmert und dabei vorkommende taube Berge gleich an den einen Stoss versetzt. Hat das Ort das Hangende erreicht, so versetzt man dasselbe vollständig, wobei man die Zimmerung, wo möglich, wieder gewinnt. Wenn Berge in der Grube fehlen, so sucht man sie sich bei brüchigem Hangenden durch die sogenannte Bergmühle zu verschaffen, indem man ein Querort 20 bis 25 Meter weit in das hangende Gebirge treibt, dasselbe mit Zimmerung verwahrt und am Ende ins Kreuz ein streichendes Ort ohne Zimmerung führt, so dass die Firste hereinbricht; die so gewonnenen Berge benutzt man zum Versetzen.

Den Bergeversatz im untersten Ort setzt man auf Ladenhölzer, damit derselbe später, wenn der Bau aus der tieferen Sohle heraufrückt, durch Thürstöcke unterfangen werden kann; deshalb dürfen die Sohlen auch nicht

Fig. 255.



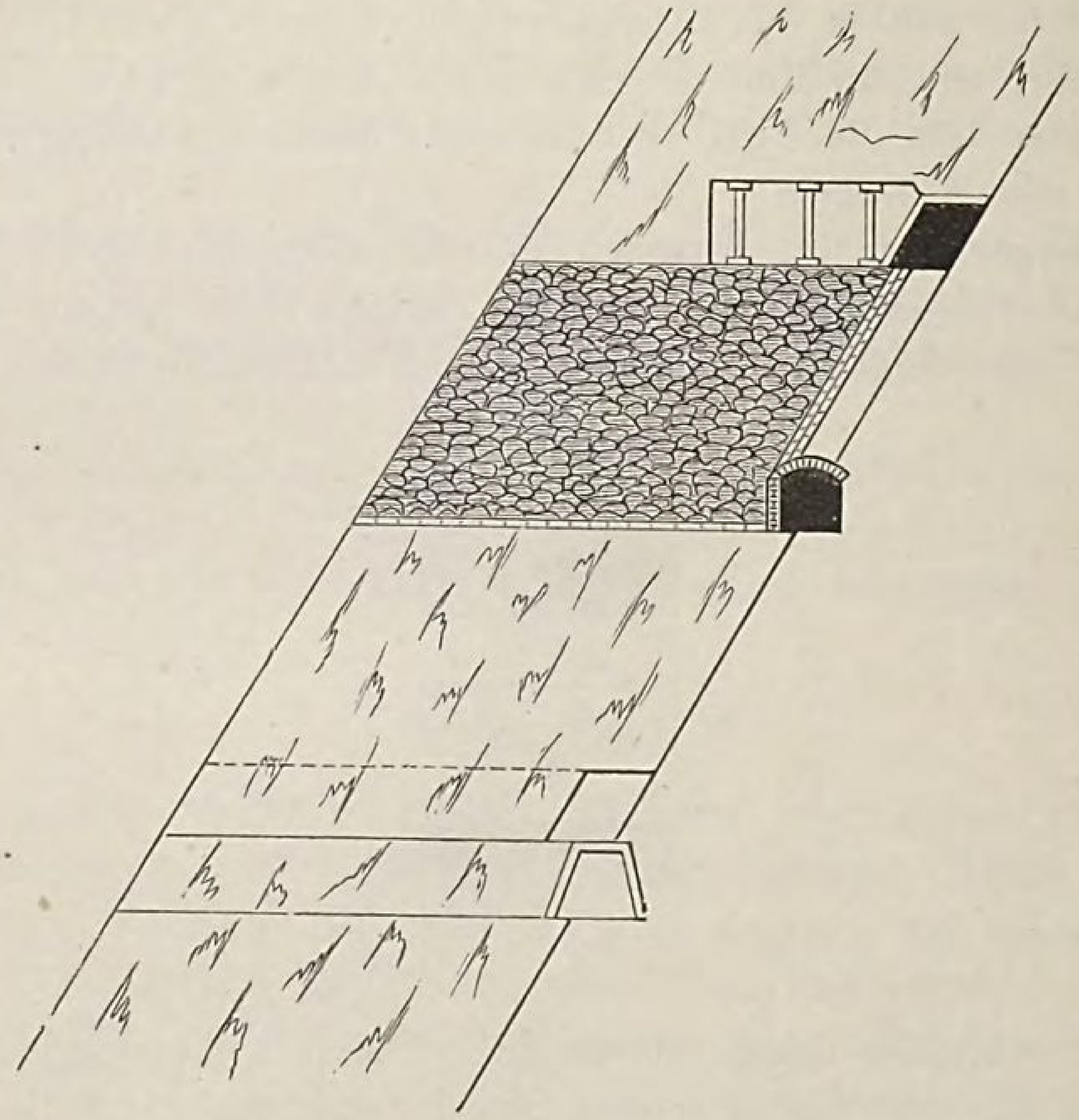
zu tief untereinander liegen, damit diese Hölzer nicht inzwischen faulen. Die Zimmerung der nächst oberen Strecke steht auf Schwellen, um den Druck auf den Bergeversatz abzuhalten.

Kommt man beim Auffahren der Oerter auf ein taubes Mittel, so umgeht man dasselbe und baut firstenartig streichend ab.

Zwischen zwei benachbarten Oertern nimmt man den stehen gebliebenen Pfeiler weg, oder wenn drei Ortsbreiten stehen geblieben sind, zunächst die den Oertern zunächst belegenen und dann den dritten zwischen ihnen, Fig. 255. Auf diese Weise gewinnt man eine ganze Sohle auf Ortshöhe, setzt an der liegenden Seite der Strecke eine Bergwand, reisst eine zweite streichende Strecke nach, die ihre Sohle auf den Bergen des unteren Versatzes hat und verfährt von dort aus wie vorher. Die Strecke im Liegenden wandert hiernach immer höher hinauf und wird bis auf die offen zu haltenden Rollschächte, welche in die ursprüngliche gemauerte Grundstrecke hineinführen, mit Bergen gleichfalls versetzt. Fig. 256 zeigt den Bau in den verschiedenen Stadien.

Gegenwärtig findet sich in Ungarn nur noch eine Abart dieses Baues auf dem Georger Stolln bei Schemnitz, wo ein Lager von zerfressenem Quarz mit 5,693 Meter Mächtigkeit und 25 bis 30 Grad Fallen gewonnen wird. Die Grundstrecke A in Fig. 257 wird am Hangenden getrieben, in

17 Meter seigerer Höhe eine zweite B u. s. f., welche mit Schienenwegen versehen werden, von diesen Strecken aus werden 2,197 Meter breite Oerter bd ... (Fig. 258) gegen das Liegende getrieben, welche gleich breite Pfeiler ace ... zwischen sich lassen und nachher versetzt werden, worauf die Gewinnung der Pfeiler nachfolgt. Da das Fallen der Lagerstätte für


Fig. 256.

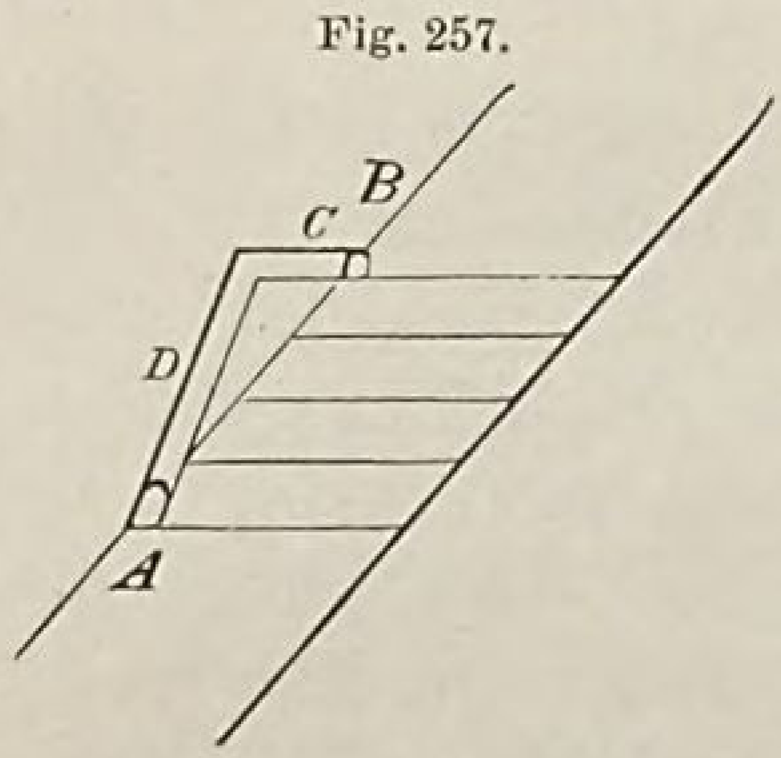


Fig. 257.

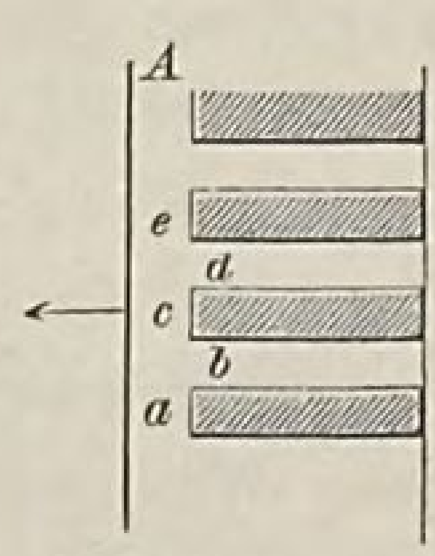


Fig. 258.

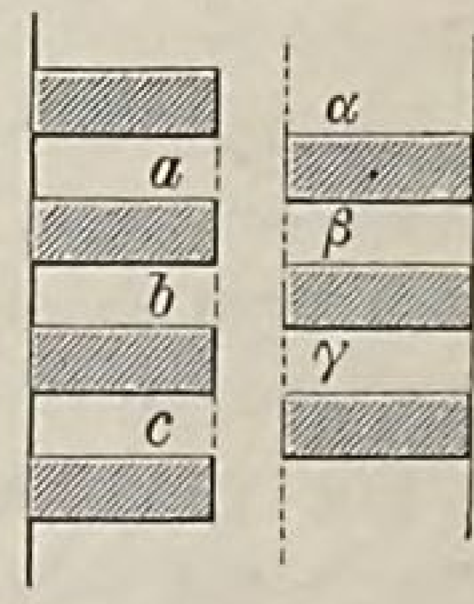


Fig. 259.

die Anlage einer Rolle zu flach ist, so treibt man von der oberen Strecke ein kurzes Ort C ins Hangende, welches man durch eine stark fallende Rolle D mit der unteren Strecke in Verbindung setzt.

Im Hüttenberge in Krain treibt man die streichende Strecke in der Mitte der Lagerstätte und setzt von dieser aus zu beiden Seiten die Oerter abc ... und $\alpha\beta\gamma$... Fig. 259 alternirend, so dass einem Ort ein Pfeiler gegenübersteht.

Der Quecksilbererzstock zu Idria in Krain, bestehend aus Mergel und bituminösen Schiefer in Kalkstein, ist einschliesslich des sogenannten

Silberschiefers (armen Schiefers) 113,775 Meter, der reiche Schiefer aber nur 7,880 bis 15,761 Meter mächtig; die streichende Länge beträgt 759 Meter[69]). Auch hier wird ein Hauptort a, Fig. 260, in der Mitte getrieben, von welchem von Zeit zu Zeit Querörter c bis zum Hangenden und Liegenden aufgefahren werden. Die gebildeten rechteckigen Massen baut man im reichen Theile mit 1,883 Meter breiten streichenden Oertern von den Querstrecken aus nach der Mitte zu ab; im armen Kalkstein, welcher aber noch $^1/_2$ pCt. Erz enthalten muss, treibt man, Fig. 261, Stösse

Fig. 260.

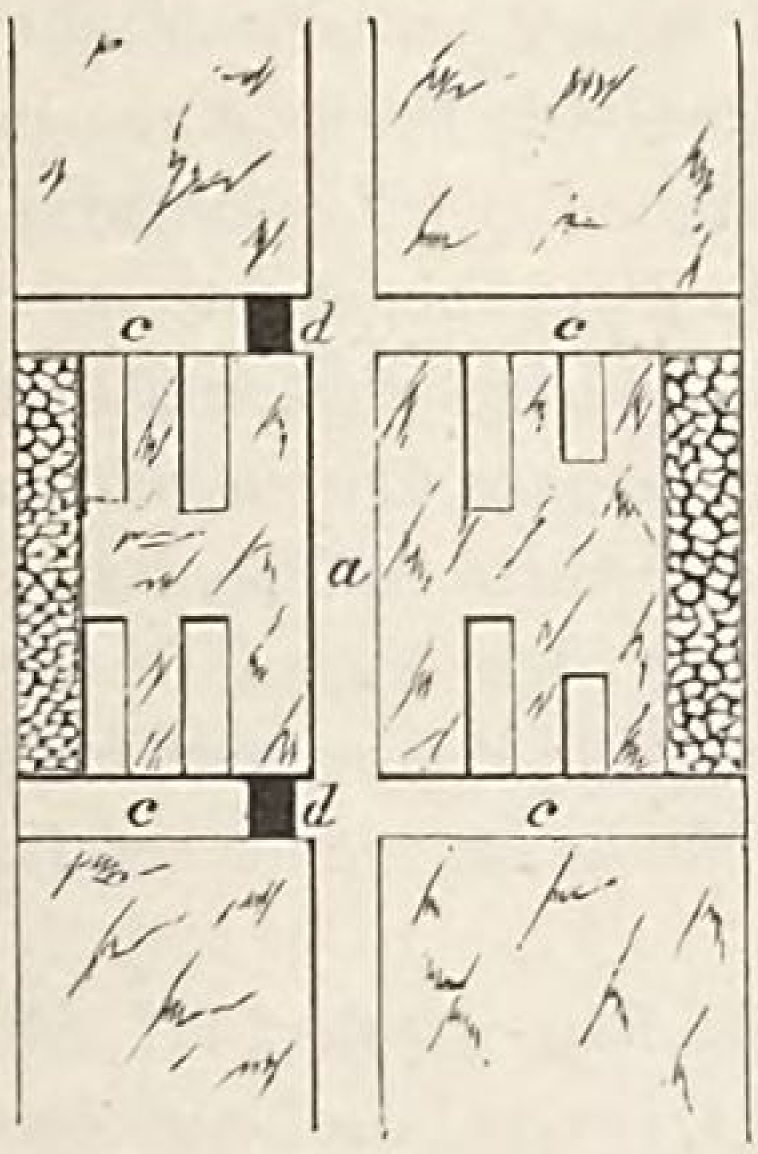
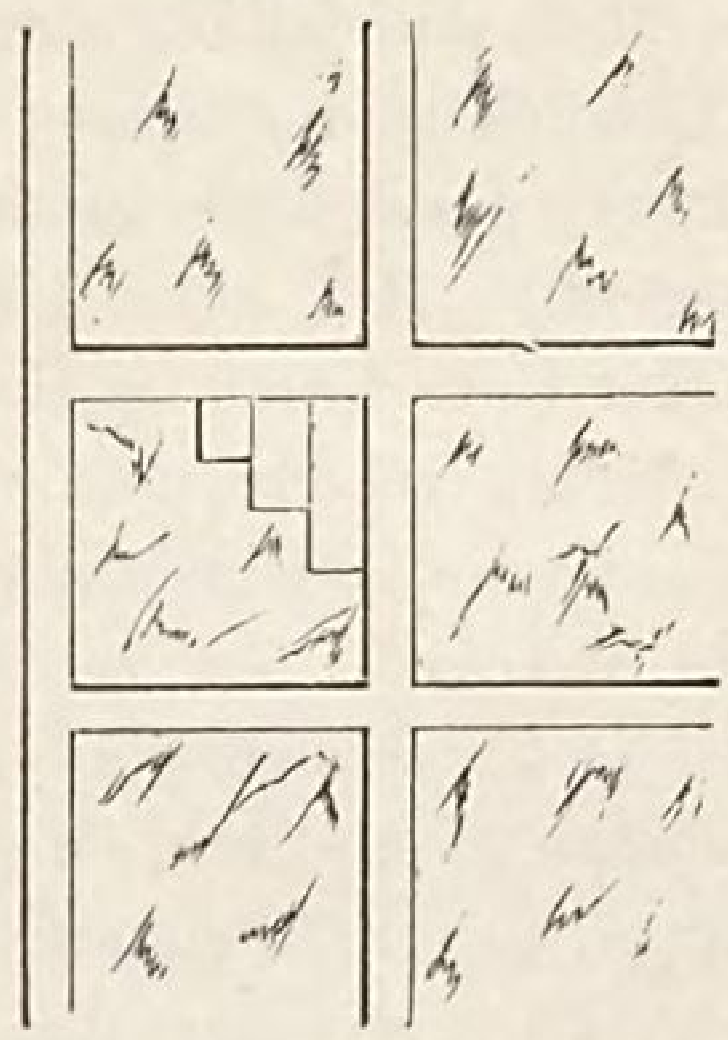


Fig. 261.



nebeneinander, die etwa immer 1,883 Meter vorspringen. Den Querörtern c entsprechen Rollschächte d, durch welche je 2 etwa 28 Meter von einander entfernte Sohlen verbunden werden. Zum Versatz der ausgehauenen Räume nimmt man Berge vom Schacht- und Streckenbetriebe, welche beim Mangel von Tage her ergänzt werden.

Auf der Galmeigrube am Altenberge bei Aachen wird folgender Querbau geführt[70]). Die Lagerstätte ist von den Schächten aus durch einen Querschlag ausgerichtet, von welchem eine Strecke im Streichen über die Längenerstreckung der Lagerstätte hinaus aufgefahren ist. Von dieser sind Querschläge von einem Saalband zum anderen getrieben, durch welche die Lagerstätte in 5 Bauabtheilungen von 20 bis 40 Meter Breite getheilt ist; die Hauptstrecke und Querschläge erhalten 2 Meter Höhe, $1^1/_2$ Meter Breite. Von den Querschlägen aus werden an beiden Saalbändern im Galmei nach beiden Weltgegenden hin Strecken von gleicher Höhe und Weite aufgefahren und durch Querschläge mit einander verbunden. Für jede Bauabtheilung ist im Hangenden eine Bergerolle von der oberen Sohle niedergebracht. Der Abbau folgt von Unten nach Oben in 2 Meter hohen Etagen, indem aus den beiden, die Abtheilung einschliessenden

[69]) Berg- u. hüttenm. Zeitung v. C. Hartmann. Freiberg 1854. S. 357.

[70]) Jung: der Etagenbau auf dem Galmeibergwerke bei Aachen in berg- u. hüttenm. Zeitg. v. Bornemann u. Kerl. Freiberg 1863. S. 328.

Querschlägen am Liegenden neben der am Saalbande aufgefahrenen streichenden Strecke je ein Stoss von 2 Meter Höhe und 1,5 Meter Breite parallel der streichenden Strecke fortgenommen wird; ist dieser Stoss 3 Meter vorgerückt, so beginnt man daneben einen zweiten u. s. f. Sobald der zweite Stoss 2 Meter vorangerückt ist, muss der ausgehauene Raum mit Bergen versetzt werden. Zu diesem Ende führt man diagonal zur Stossrichtung eine trockne Mauer bis unter die Firste auf und versetzt den Raum hinter derselben, einschliesslich der streichenden Strecke, mit Bergen, welche durch die Bergerollen von Tage nieder kommen. Der Querschlag wird gleichfalls durch Aufstellung einer trockenen Mauer aufrecht erhalten. Beim weiteren Vorrücken der Stösse wird in 1,5 Meter Entfernung eine zweite trockne Mauer, parallel der ersten aufgeführt und der Zwischenraum durch Berge ausgefüllt. Ist eine 2 Meter hohe Etage abgebaut, so wird ein 2 Meter hoher Ueberbruch im Hauptquerschlage hergestellt und so angesetzt, dass er ganz ins Nebengestein zu liegen kommt; aus diesem geht man querschlägig durch die Lagerstätte und treibt an beiden Saalbändern wiederum streichende Strecken, um von denselben aus den Abbau in der für die erste Etage beschriebenen Weise vorzunehmen. In dieser Methode geht man bis zur oberen Sohle vor, wo der alte Mann besonders sorgfältig noch durch Kappen mit Pfählen abzufangen ist.

Ganz ähnlich wie der eben dargestellte Bau ist der auf den nester- oder stockförmigen Vorkommen der Grube Diepenlinchen bei Stollberg am Rhein. Die Höhe zwischen zwei Sohlen wird in Etagen von 10,462 Meter Höhe eingetheilt, der Stock durch eine streichende Strecke in der Mitte durchfahren, von welcher aus man durch 8,369 bis 12,554 Meter von einander entfernte Querschläge die Lagerstätte in Bauabtheilungen theilt, welche in 2 Meter hohen Stössen, also im Ganzen in 5 Stössen gewonnen werden.

Das stockförmige Vorkommen von Steinkohlen zu Creusot in Frankreich[71]) hat 2 Kilometer Länge, ist östlich 12 bis 15 Meter mächtig, theilt sich nach Westen in 3 Trümmer, von denen eins 10 bis 50 Meter Mächtigkeit erreicht. In noch unberührter Kohle theilt man von Schächten im Hangenden aus die Lagerstätte in Etagen von 20 Meter Höhe, die von Oben nach Unten folgen; vom Schachte aus treibt man einen Querschlag zum Liegenden, welcher mit dem in der oberen Etage durch ein ausgemauertes Abteufen in der Kohle verbunden wird; am Hangenden und Liegenden werden streichende, 2 bis 2,3 Meter hohe, 2 bis 2,5 höchstens 3 Meter breite Strecken (mères-galéries) getrieben, statt deren bei geringer Mächtigkeit auch wohl nur eine aufgefahren wird, was aber wegen der Wetterführung nicht gut ist; ausserdem treibt man auch wohl im Hangenden ein Richtort im Gestein. Die streichenden Strecken werden durch 10 bis 12 Meter von einander entfernte Verbindungsstrecken mit einander ver-

[71]) Fabricius: Bericht über eine Bereisung der wichtigeren Steinkohlenreviere Belgiens und Frankreichs in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 8B. S. 183.

bunden. Von den streichenden Strecken aus erfolgt der Abbau parallel den Verbindungsstrecken, indem man 2 Meter breite Oerter auffährt, welche gleich breite Pfeiler zwischen sich lassen, deren Verhau erfolgt, wenn die erst begonnenen Querörter die Gränze der Lagerstätte erreicht haben, oder indem man dicht nebeneinander 2 Meter breite Stösse treibt, welche unmittelbar nach dem Verhau versetzt werden. Zum Abbau der zweiten 2 Meter hohen Scheibe reisst man — nach dem Bericht von Fabricius — die Firste der Querschläge nach und füllt die Sohle entsprechend auf, verfährt eben so mit der dritten Etage, nach deren Abbau man die obere Gränze erreicht hat und nun die Lösung 6 Meter tiefer vom Schachte aus verfolgt. Nach Ponson[72]) erhöht man zum Angriff der zweiten und dritten Etage nicht den Querschlag, sondern die streichenden Strecken, deren Betrieb man so lenkt, dass sie ans Ende gelangen, wenn die untere Etage erschöpft ist. Die Förderung erfolgt durch Rolllöcher, welche im Versatz offen gehalten werden, bis auf die unterste Hauptgallerie am Hangenden. Der Versatz wird grösstentheils vom Tage hereingeschafft, namentlich thonige Massen, Schlacken von den Feuerrosten und aus den Hochöfen, welche durch besondere Schächte oder eine besondere Abtheilung des Förderschachtes hineingestürzt werden. Beim Gewinnen von Pfeilerresten im alten Mann muss man stets eine Richtstrecke im Gestein, 10 bis 15 Meter vom Hangenden entfernt treiben, auch den Rollschacht ins Gestein stellen, von dem aus kleine Querschläge in die Etagen geführt werden. Ein Hauptgewinn der angewendeten Methode ist Sicherung gegen Grubenbrand. — Der beschriebene Bau hat insofern eine Aenderung erfahren, als man die früher nur 6 Meter hoch genommenen Etagen jetzt 18 Meter hoch nimmt, welche durch mehr als 2 Meter hohe Querörter in Abbau gefasst werden[73]). Man erreicht dadurch den Vortheil, dass eine geringere Zahl streichender Strecken und Querschläge im Gestein aufzufahren sind, wodurch die Kosten nicht unbeträchtlich verringert werden. Burat[74]) macht der Methode die schwierige und kostspielige Herbeischaffung der Berge zur Ausfüllung der ausgewonnenen Räume zum Vorwurf, welche den Betrieb belästigt und geeignet sei, den Vortheil der grossen Mächtigkeit der Lagerstätte in Bezug auf die Gewinnungskosten zum Theil wieder zu beseitigen. — Dieselbe Abbaumethode ist auch auf den 10 bis 20 Meter mächtigen Lagerstätten der Kohlengrube von Montceau-les-Mines eingeführt, wo früher Pfeilerabbau getrieben wurde[75]). Auch auf der Grube von Commentry[76]) wendet man beim Abbau des 12 Meter

[72]) Ponson: a. a. O. tome II. pag. 468.

[73]) Chanselle: Notes sur les méthodes de l'exploitation in Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. tome 14. p. 10.

[74]) Burat: les houillères en 1867 d'après les documents de l'exposition universelle. Paris 1868. p. 156.

[75]) Burat: ebenda p. 157.

[76]) Burat: ebenda p. 154.

mächtigen Flötzes dasselbe Verfahren an: die Etagen werden durch 2 streichende, in der Kohle nahe am Liegenden und am Hangenden aufgefahrene Strecken vorgerichtet, welche durch Querörter verbunden werden; haben die streichenden Strecken die Abbaugränze erreicht, so treibt man vom Hangenden zum Liegenden 2,30 Meter hohe Querörter von Hinten nach Vorn und füllt die ausgehauenen Räume sofort mit Bergen an, welche dem Abbaustoss nur 1 bis 2 Meter nachbleiben. Von dem Bergversatz aus nimmt man wiederum einen 2,30 Meter hohen Streifen des Lagers in Angriff, und fährt in solcher Weise fort, bis man die obere, bereits abgebaute Etage erreicht hat.

Zu Montrambert[77]) bei St. Etienne wird ein Steinkohlenlager von 14 bis $16^1/_2$ Meter Mächtigkeit und 45 bis 50 Grad Neigung abgebaut. Die Bauabtheilungen werden, Fig. 262 und 263, durch vom Schachte

Fig. 262.

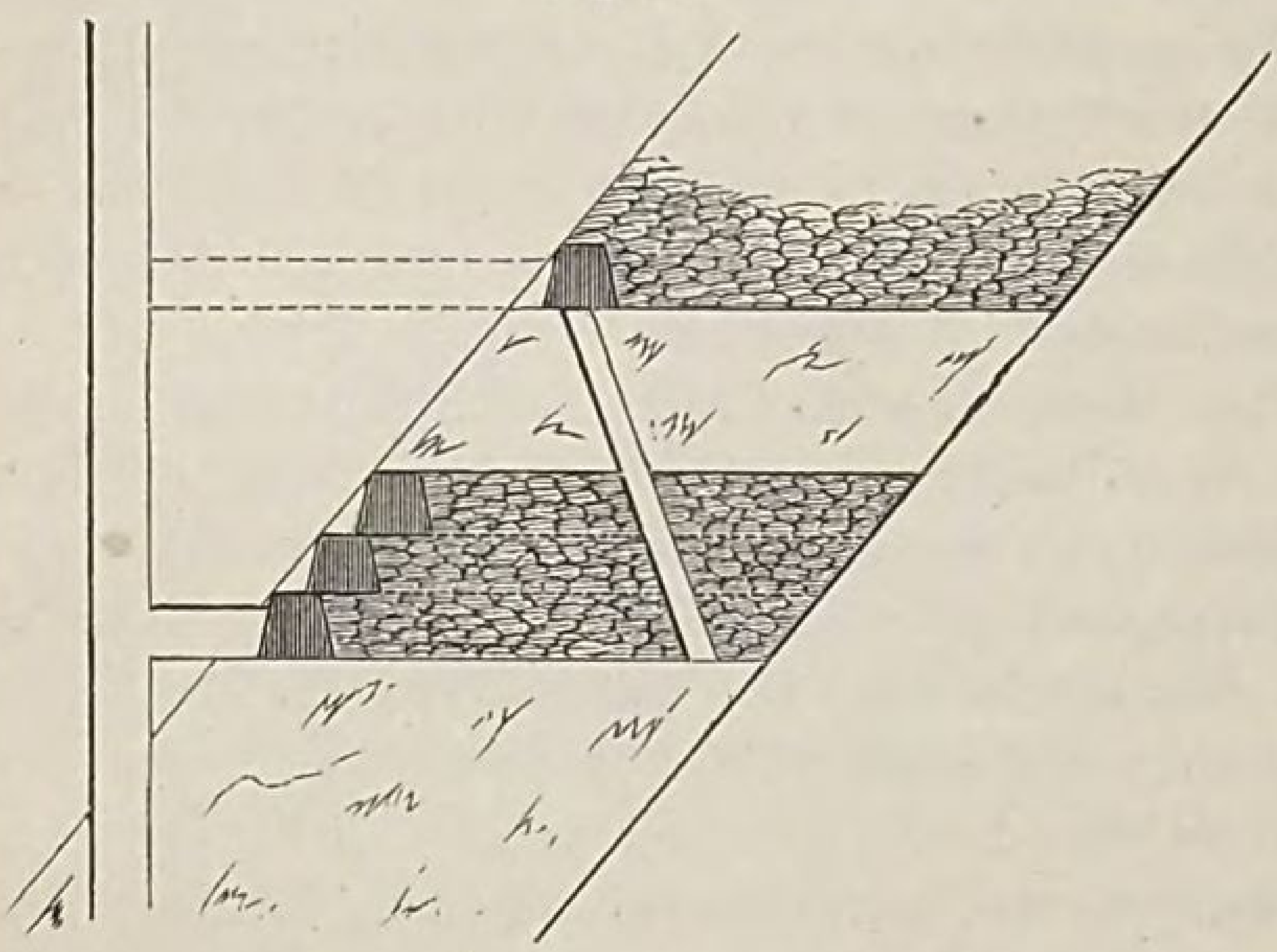
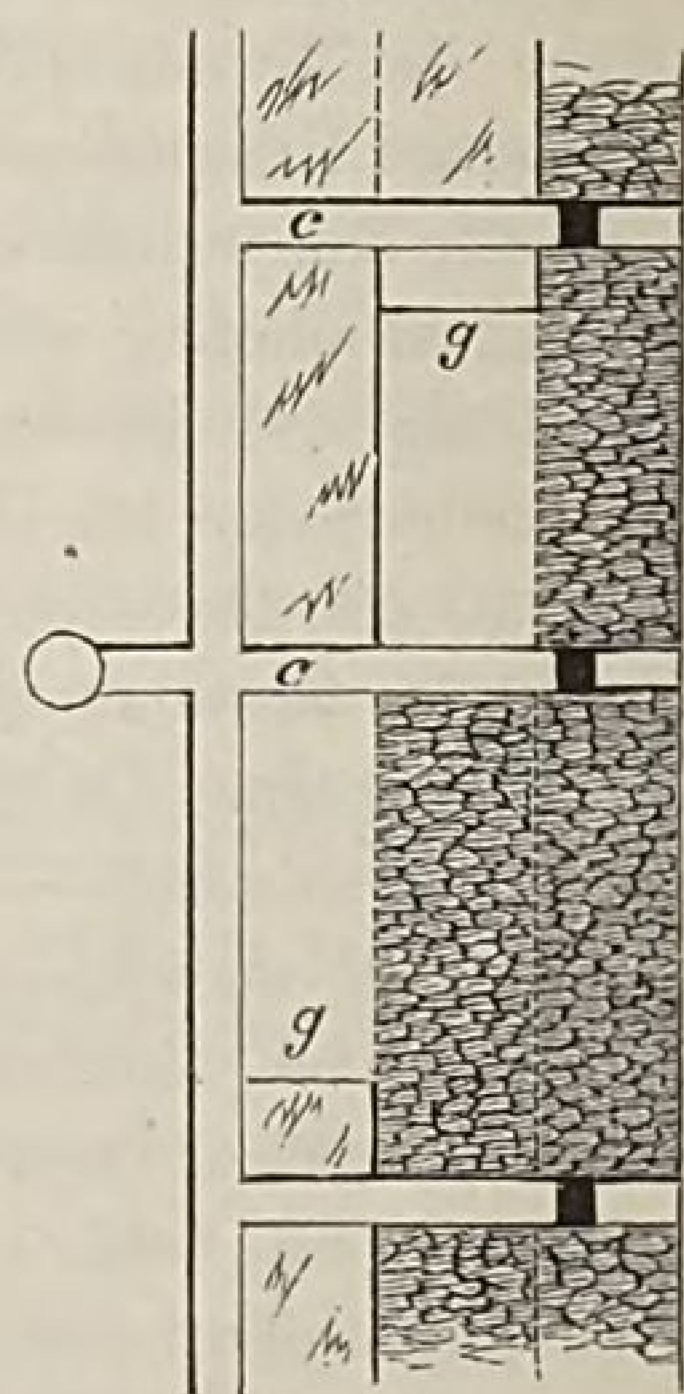


Fig. 263.



aus getriebene, 10 bis 12 Meter unter einander liegende Querschläge gefasst, von denen der obere zur Zuführung der Berge, der untere zur Förderung dient. Von dem Querschlage aus wird eine streichende Strecke im Hangenden getrieben und von dieser aus in Entfernungen von 20 bis 25 Meter Querörter c c durch das Steinkohlenlager, welche mit der oberen streichenden Strecke durch 60 bis 70 Grad geneigte Rollen verbunden werden. Aus den Querörtern setzt man Abbaustösse g bis zu einer Breite von 7 Meter und 2,5 bis 3 Meter Höhe an, die man nach und nach versetzt; nach dem Abbau der ganzen Etage wird die nächst höhere streichende Strecke getrieben und nach deren Beendigung die tiefere versetzt, wobei man in der Nähe des Querschlags dem Versatz eine solche Neigung giebt, dass ein Bremsberg entsteht.

[77]) Ponson a. a. O. t. II. pag. 456. — Devillaine in bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. 2 série. t. V. pag. 166.

Für die in Böhmen auftretenden 13, 25 bis 19 Meter mächtigen nur 6 bis 10 Grad geneigten Steinkohlenflötze wird ein Querbau für den Fall in Vorschlag gebracht, dass das Flötz aus reiner Kohle besteht oder nur ganz schwache Schramstreifen enthält[78]). Nach dem Vorschlage ist der Querbau jedes Mal so zu führen, dass die Abbaustrecken rechtwinkelig gegen die im Flötze auftretenden Schlechten aufgefahren werden, um einen möglichst hohen Stückkohlenfall zu erzielen, so dass ein streichender, schwebender oder diagonaler Querbau entsteht, je nachdem die Schlechten rechtwinkelig, parallel oder diagonal gegen das Streichen des Flötzes auftreten. Nachdem man sich von der Lagerung des Flötzes und dessen Streichen genau überzeugt hat, wird im Hangenden ein Schacht bis zur Bausohle niedergebracht, von dessen Tiefsten aus das Liegende des Flötzes querschlägig gelöst und im Flötze am Liegenden eine Grundstrecke aufgefahren. Jedem Schachtfelde giebt man ein Baufeld von 190 Meter Länge und 38 bis 47 Meter Pfeilerhöhe. Wenn die Schlechten rechtwinkelig zum Streichen verlaufen, so wird aus der Grundstrecke von dem Punkte aus, wo der Querschlag in dieselbe einmündet, eine schwebende Strecke 3,792 Meter breit und hoch bis zur oberen Baugränze aufgefahren, welche zur Lösung des Feldes und demnächst zur Förderung dient. Von dieser schwebenden Strecke aus an wird der oberen Baugränze parallel streichend, also rechtwinkelig gegen die Ablösungsklüfte im Kohl, die erste Abbaustrecke 3,792 Meter breit und hoch bis zur Baugränze weit getrieben; in gleicher Weise werden die übrigen Abbaustrecken immer 11,367 Meter breite Kohlenpfeiler zwischen sich lassend aufgefahren. Sobald die obere Strecke die Baugränze erreicht hat, wird die Zimmerung wieder gewonnen und der Streckenraum sorgfältig mit Bergen versetzt, worauf der Abbau des ersten Pfeilers in 3 Streifen, deren jeder 3,792 Meter breit ist, vorgenommen und der Raum mit Bergen ausgesetzt wird. Sobald in solcher Weise die erste Etage fast vollständig ausgewonnen ist, wird über der oberen, bereits ausgesetzten Abbaustrecke eine zweite derartige 3,792 Meter hohe und breite Abbaustrecke getrieben; inzwischen ist die vollständige Ausgewinnung der ersten Etage erfolgt, so dass auch die schwebende Förderstrecke sowie die Grundstrecke versetzt und darüber eine neue für die zweite Etage getrieben werden kann, welche demnächst in ganz gleicher Weise, wie die erste abgebaut wird. Darauf folgt die dritte, vierte und fünfte Etage, mit welcher das ganze Baufeld abgebaut ist. Wenn die Kohle sehr kurzklüftig ist, darf man mit dem Beginn der folgenden Etagen nicht warten, bis die untere vollständig verhauen ist, weil die Berge sich inzwischen gesetzt haben können und ein Nachbrechen des Kohls veranlasst werden kann, was vermieden wird, wenn man unmittelbar nach erfolgtem Bergeversatz die Gewinnung der darüber liegenden Kohlen beginnt. Als Vorsichtsmass-

[78]) Ferd. Rittler: Anleitung, mächtige Kohlenflötze abzubauen. Brünn 1857. S. 22.

regel dient es, dass man in jeder Etage die streichende Strecke an der oberen Baugränze und die Oerter der Abbaustrecken gegen die der nächst unteren Etage um 1,896 Meter, beziehungsweise 0,998 Meter zurücktreten lässt, so dass der Bergeversatz durch die ganze Abbauhöhe sich terrassenförmig aufbaut, während derselbe andernfalls senkrecht in die Höhe gehen und zum Einsturz geneigt sein würde.

Wenn die Ablösungsklüfte dem Streichen parallel laufen, so findet ein schwebender Abbau statt, indem aus der Grundstrecke 3,792 Meter breite und hohe schwebende Strecken bis zur oberen Baugränze aufgehauen werden, welche 11,376 Meter breite Pfeiler zwischen sich lassen; dieselben werden nach dem Versetzen der Abbaustrecken in 3 schwebenden Streifen gewonnen, worauf auch der dadurch frei gewordene Raum mit Bergen versetzt wird. Nach Ausgewinnung der unteren Etage wird über die untere Grundstrecke eine zweite aufgefahren und diese Etage in gleicher Weise abgebaut und so fort bis zum Hangenden. Von dem schwebenden ist der diagonale Abbau nicht verschieden, welcher eintritt, wenn die Ablösungsklüfte im Kohl diagonal gegen das Streichen verlaufen.

Die schwebenden Förderstrecken bei streichendem Verhieb der Kohlen, so wie die Grundstrecken bei schwebendem oder diagonalem Verhieb müssen, weil dieselben in jeder Etage zur Förderung dienen, sorgfältig verzimmert werden, damit die Förderbahnen in denselben stabil verlagert werden können, was nicht möglich wäre, wenn dieselben unmittelbar auf den Bergen aufliegen würden.

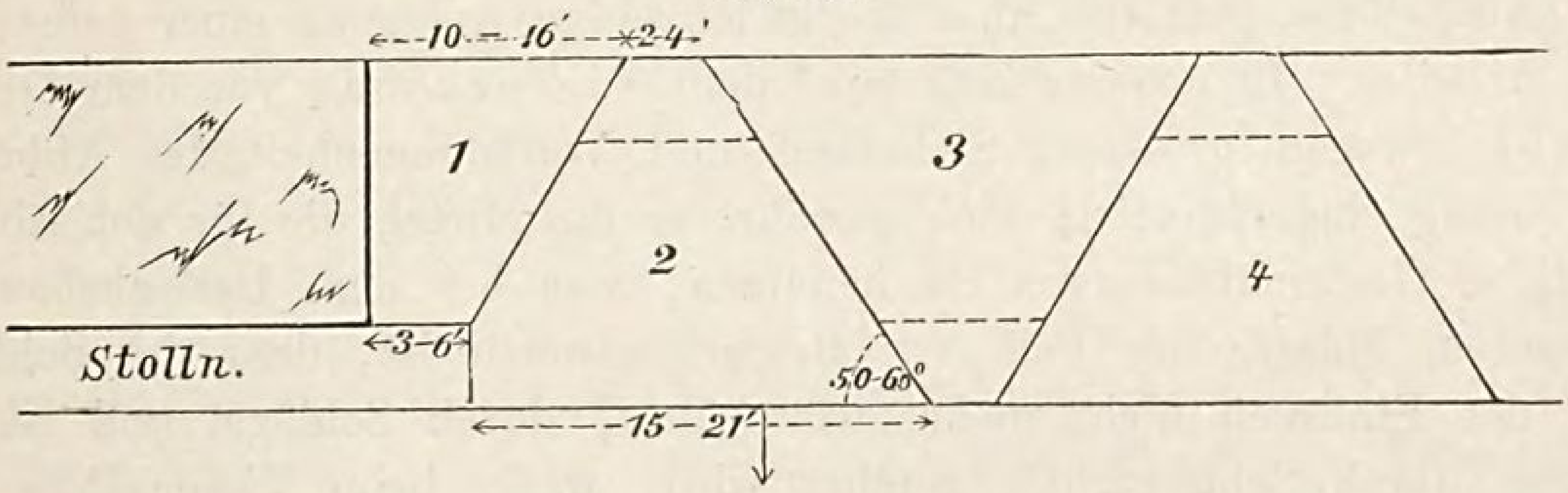
Ein sehr wichtiges Moment für die Abbaumethode ist die billige Beschaffung des Bergeversatzes, welcher möglichst sorgfältig hergestellt werden muss und deshalb viel Material erfordert. Da bei dem Abbau selbst Berge nicht fallen, müssen dieselben von Tage her beschafft und durch die Schächte oder besondere Tagesstrecken eingefördert werden; in einzelnen Fällen wird man die Berge aus s. g. Bergmühlen (Baue lediglich zur Gewinnung von Bergen bestimmt) herbeischaffen müssen. Die Möglichkeit des ganzen Baues hängt von der Billigkeit der Bergebeschaffung ab, so dass man um so mehr bemüht sein muss, hauptsächlich Stückkohlen zu gewinnen, damit der Erlös für das zu fördernde Produkt die nicht unerheblichen Bergekosten deckt.

Auch in den Schieferbrüchen[79]) zwischen Rhein und Mosel findet Querbau statt. Die Dachschieferlagen schwanken in der Mächtigkeit von einigen Centimetern bis 18 Meter, im letzteren Falle sind Lager von gewöhnlichem Thonschiefer oder Grauwacke eingelagert, auch wechselt die Beschaffenheit der Schiefer. Im Allgemeinen ist das Fallen 60 bis 80 Grad, selbst 90 Grad, aber es findet sich auch flaches Fallen bis 35 Grad. Man baut über Stolln, unter deren Sohle man aber noch so tief nieder geht, wie die Wasser es gestatten.

[79]) Jung: Beschreibung des Betriebs auf den Dachschieferbrüchen zwischen Rhein u. Mosel in Karsten u. v. Dechen Archiv. 1838. Bd. 11. S. 319.

1. Bei minder mächtigen, nicht über 8 Meter mächtigen und stark, nicht unter 50 Grad fallenden Schieferlagern (Leyen) findet der einfache Dreieckbau statt. Nachdem man mit dem Stolln, Fig. 264, oder einer besonderen Strecke das Lager angefahren hat, wird dasselbe durch sogenannte Wände in Abbau genommen, deren Profil ein Trapez ist und deren Höhe 3,766 bis 6,277 Meter beträgt; die kurze Parallelseite des Trapezes von 0,628 bis 1,255 Meter Länge liegt abwechselnd an der Sohle und in der Firste, die lange erhält 4,708 bis 6,591 Meter Länge, die geneigte Seite macht mit der Streichungslinie einen Winkel von 50 bis 60 Grad. Wenn drei bis vier Wände in der Sohle abgebaut sind, beginnt man mit dem

Fig. 264.



Bau unterhalb der Sohle, den sogenannten Böden in ganz ähnlicher Weise, deren Tiefe 3,766 bis 4,708 Meter, je nach dem Zutritt der Wasser, beträgt. Sobald als möglich verstürzt man die Böden bis zur Stollnsohle, indem man die in dem vorwärts liegenden Boden gewonnenen Berge rückwärts zum Versatz verwendet. Alsdann beginnt man mit dem Bau in der Firste über den Wänden in der Stollnsohle, wo man mit gleichen trapezoidalen Räumen von 2,511 bis 3,766 Meter, auch 4,708 Meter Höhe abbaut und die Berge unter sich verstürzt; dabei wird der Versatz immer bis nahe unter die Firste geführt. Derartige Baue in der Firste werden bis zur Erschöpfung des Lagers fortgeführt. Im Versatz bleibt in der Stollnsohle ein Ort offen, wenn man die Stollnstrecke noch weiter erlängen will, in welchem Falle man mit dem Abbau von Vorn beginnt; soll das Ort nicht fortgesetzt werden, so lässt man den Abbau besser von Hinten anfangen.

2. Der Dreieckbau mit hangenden und liegenden Pfeilern findet bei grosser Mächtigkeit und grösserem als 50 Grad betragenden Fallen statt; er ist dem vorigen sehr ähnlich, nur erhalten die nicht parallelen Seiten schärfere Neigung und werden am Hangenden und Liegenden, oft auch in der Mitte Pfeiler zur Unterstützung stehen gelassen.

3. Querbau mit geneigter Sohle bei nicht über 5 Meter mächtigen und nicht über 50 Grad geneigten Lagerstätten unterscheidet sich zunächst dadurch, dass am Hangenden eine streichende Strecke getrieben wird, aus welcher mit 2,5 bis 6,277 Meter breiten und 2,5 bis 5 Meter hohen Wänden mit fast söhliger Firste und geneigter Sohle vorgegangen wird; ebenso werden die Böden und die Firsten geführt.

4. Bei grösserer Mächtigkeit bleiben unter Anhalten des ad 3 beschrie-

benen Verfahrens quer durch das Lager 1,883 bis 3,139 Meter breite Pfeiler stehen, die man aber später auch noch zu gewinnen sucht, weshalb man an ihnen den Versatz sorgfältig aufmauert.

5. Querbau mit söhliger Sohle, 6,277 bis 8,369 Meter breiten Wänden und 1,883 bis 3,139 Meter starken Pfeilern tritt bei grosser Mächtigkeit und bedeutender Neigung ein, wobei man Böden und Firsten am Hangenden anzusetzen pflegt.

Auf der Dachschiefergrube Wilhelmerbstolln zu Caub am Rhein[80]) wird neben dem Dreiecksbau ein sog. Vierecksbau angewendet, wenn man ein ganz reines Lager vor sich hat, so dass man keine schlechten Mittel erwarten kann. Er unterscheidet sich nur durch den Querschnitt der Abbaustösse, gestattet aber die gleichzeitige Anlegung einer grösseren Zahl Arbeiter. In neuerer Zeit wird dem Vierecksbau vor dem Dreiecksbau wegen grösserer Sicherheit und Vollkommenheit des Abbaues ein Vorzug eingeräumt[81]); auch gewährt er das Mittel, die für den Abbau günstigen Gesteinablösungen zu benutzen, was bei dem Dreiecksbau in geringerem Maasse der Fall ist. Bemerkenswerth ist, dass der Schram oder der Einbruch nicht mehr, wie früher, durch Schlägel und Eisen, sondern durch Schiessarbeit geführt wird, wofür beim Vierecksbau die geeignetste Lage jedes Mal ausgewählt wird, sei es im Hangenden, sei es im Liegenden, sei es mitten in der Lagerstätte; im letzten Falle wird dann die Ausgewinnung vom Schram aus nach beiden Richtungen, nach dem Hangenden und Liegenden, durch Schiessarbeit bewirkt, andernfalls nach dem Liegenden, beziehungsweise Hangenden. Auf den Dachschiefergruben in Nassau[82]) findet Dreiecksbau statt, wobei Sicherheitspfeiler mit sorgfältig ausgeführten Versatzmauern stehen bleiben.

Auf der Braunkohlengrube zu Hrastnig in Untersteiermark[83]) baut man das 15,170 Meter mächtige, 45 bis 80 Grad einfallende Braunkohlenflötz mittelst Querbau ab, indem man sich die Versatzberge aus Bergmühlen beschafft. Die streichende Hauptförderstrecke wird an's Nebengestein verlegt, weil das Flötz leicht zum Brand geneigt ist; von dieser führen von 95 zu 95 Meter Entfernung Querschläge zu Rollen, in welchen die gewonnenen Kohlen abgestürzt werden. Der eigentliche Abbau hat keine besonderen Eigenthümlichkeiten.

[80]) Ihne: Die Dachschiefergrube Wilhelmerbstolln in der allgem. berg- u. hüttenm. Zeitung von Dr. Hartmann. Quedlinburg 1860. S. 412.

[81]) Schmitt: Ueber den Dachschieferbergbau bei Caub am Rhein, insbesondere auf der Domanialgrube Wilhelm Erbstolln in berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl und Wimmer. Leipzig 1868. S. 277. 287. 333. 341. 355. 380. 395. 404. Jahrg. 1869. S. 166. 177. 259.

[82]) Odernheimer: Das Berg- und Hüttenwesen im Herzogthum Nassau. Wiesbaden 1865. Bd. 1. S. 103.

[83]) Der Grubenbrand in Untersteiermark in der österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen von Hingenau. Wien 1864. S. 54.

f. Strebbau.

Der Strebbau ist diejenige Abbaumethode dieser Gruppe, welche bei geringem Fallen oder fast söhliger Lagerung eintritt und welche ausser hinreichenden Massen zum Versatz in oder an der Lagerstätte geringe, nicht über 0,942 bis 1,255 Meter betragende Mächtigkeit und gutes oder doch nicht kurzklüftiges und gebräches Nebengestein zur Bedingung hat; denn hier äussert sich gerade wegen der geringeren Neigung die Einwirkung der Schwere als Druck aus dem Dache viel energischer, als beim Firstenbau u. a. m. Derselbe wird daher meistentheils bei flach fallenden Flötzen und Lagern vorzugsweise angewendet.

Der Strebbau ist gewissermassen ein Firstenbau, beziehungsweise Strossenbau, der sich dem schwächeren Fallen einerseits hinsichtlich der Förderung anpassen muss, andererseits sich dasselbe durch die Art des Abbaues einer grösseren flachen Höhe und durch die Stellung des Abbaues in Bezug auf vorhandene Zerklüftung zu Nutzen macht. In der reinsten Gestalt, welche aber nur bei geringer Neigung der Lagerstätte einzutreten pflegt, lässt er sich charakterisiren als ein Abbau, der auf einer grösseren Fläche gleichzeitig oder fast gleichzeitig, nicht stückweise, fortschreitet. Ist aber das Fallen bedeutender oder das Nebengestein schlechter oder die Masse der Lagerstätte an sich gebrächer, so tritt auch hier die Nothwendigkeit ein, statt die Arbeiter in einer ununterbrochenen Linie anzulegen, für dieselben einzelne treppenartig zurückspringende Arbeitsstösse zu bilden, die aber fast immer grössere Dimensionen als beim Firstenbau erhalten. Solchen Strebbau hat man auch wohl Stossbau genannt, besser bezeichnet man ihn als Strebbau mit abgesetzten Stössen im Gegensatz zum eigentlichen Strebbau mit breitem Blick (par tailles grandes). Eine Gränze zwischen dem ersteren und dem Firstenbau ist bei mittlerem Neigungswinkel schwer zu ziehen, allenfalls so, dass bei jenem der Arbeiter den Versatz hinter und neben sich, bei letzterem hinter und unter sich hat, d. h. darauf steht.

Man hat zu unterscheiden: streichenden, diagonalen und schwebenden Strebbau, während der Firsten- und Strossenbau immer streichend ist; jede dieser verschiedenen Arten kann wieder mit breiten Blick oder mit abgesetzten Stössen geführt werden.

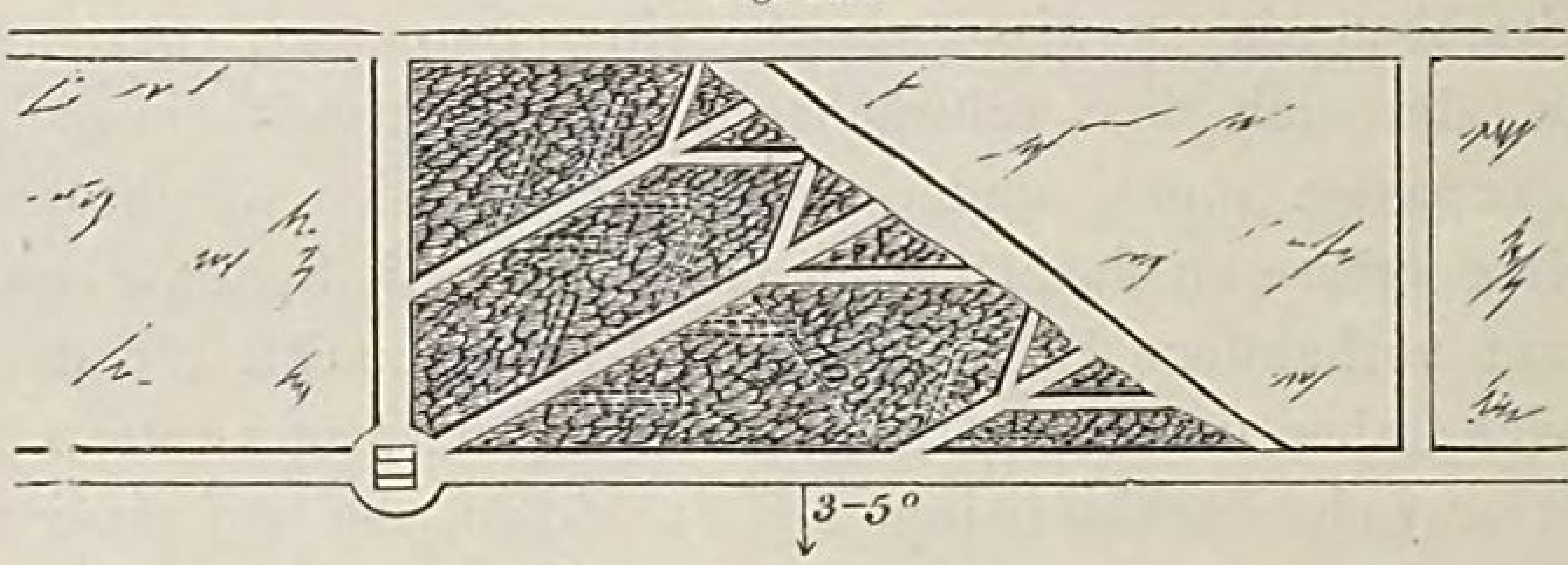
Der Strebbau kommt vor: auf dem Kupferschieferflötz im Mansfeldischen; auf den plateurs und überhaupt auf flachfallenden Steinkohlenflötzen in Belgien; auf den Steinkohlenbergwerken bei Obernkirchen im Bückeburgischen, auf den nur 418 bis 471 Millimeter mächtigen, durch ein 628 bis 785 Millimeter starkes Mittel getrennten ca. 4 Grad nach Süden einfallenden Steinkohlenflötzen von Flöha bei Chemnitz[84]); auf schwach fallenden,

[84]) Dr. Geinitz, Dr. Fleck, Dr. Hartig: Die Steinkohlen Deutschlands. Bd. 1. S. 72.

schmalen Steinkohlenflötzen in Wales, Lancashire, Derbyshire, Yorkshire, Flintshire[85]); in vielen Theilen Schottlands, z. B. in der Nähe von Edinburg auf 0,628 bis 1,255 Meter mächtigen Steinkohlenflötzen, versuchsweise auch auf 1,255 bis 1,883 Meter dicken Steinkohlenflötzen im nördlichen England, z. B. auf der Grube Monkwearmouth (Long wall oder long way working[86]), sowie auf Eisensteinflötzen, namentlich Sphärosideritnieren; bei Mährisch Ostrau auf der Steinkohlengrube Karoline[87]); auf der Bleierzgrube Friedrich bei Tarnowitz[88]) u. a. m. a. O.

Das Mansfeldische Kupferschieferflötz[89]) hat eine Mächtigkeit von 314 bis 471, auch 523 Millimeter. Nach älterer Art, Fig. 265, bildete

Fig. 265.



man durch Auffahren einer streichenden Strecke vom Schachte aus, um welchen ein Füllort ausgehauen wird, sowie durch den Aufhieb von schwebenden bis zum alten Mann oder einem Theilungsorte reichenden Strecken Abtheilungen von etwa 52 Meter flacher Höhe und 105 Meter Länge, wobei man die Abbaufelder in rechte und linke unterscheidet, was für die Lage der Arbeiter wichtig ist. Innerhalb dieser Abtheilungen schreitet der Abbau streichend und schwebend fort, indem man den Stoss in der Richtung vorhandener Ablösen zu halten sucht; dabei hängt die Grösse der Abschrägung, welche man dem Stosse giebt und welche auch zur Sicherheit der Arbeiter erforderlich ist, von der Oertlichkeit ab und schwankt um 45 Grad. Jeder Hauer erhält einen Stoss von 2 bis 4 Meter Länge zur Bearbeitung. Zur Förderung werden von 21 zu 21 Meter Diagonalen im Dache nachgerissen, der Raum dazwischen wird unter Mitbenutzung der

85) Combes a. a. O. S. 171.

86) Serlo, v. Rohr, Engelhardt: Der Steinkohlenbergbau in England und Schottland in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10B. S. 27. — Wochenschrift des schles. Vereins f. B.- u. H.-Wesen. Bd. 2. S. 359.

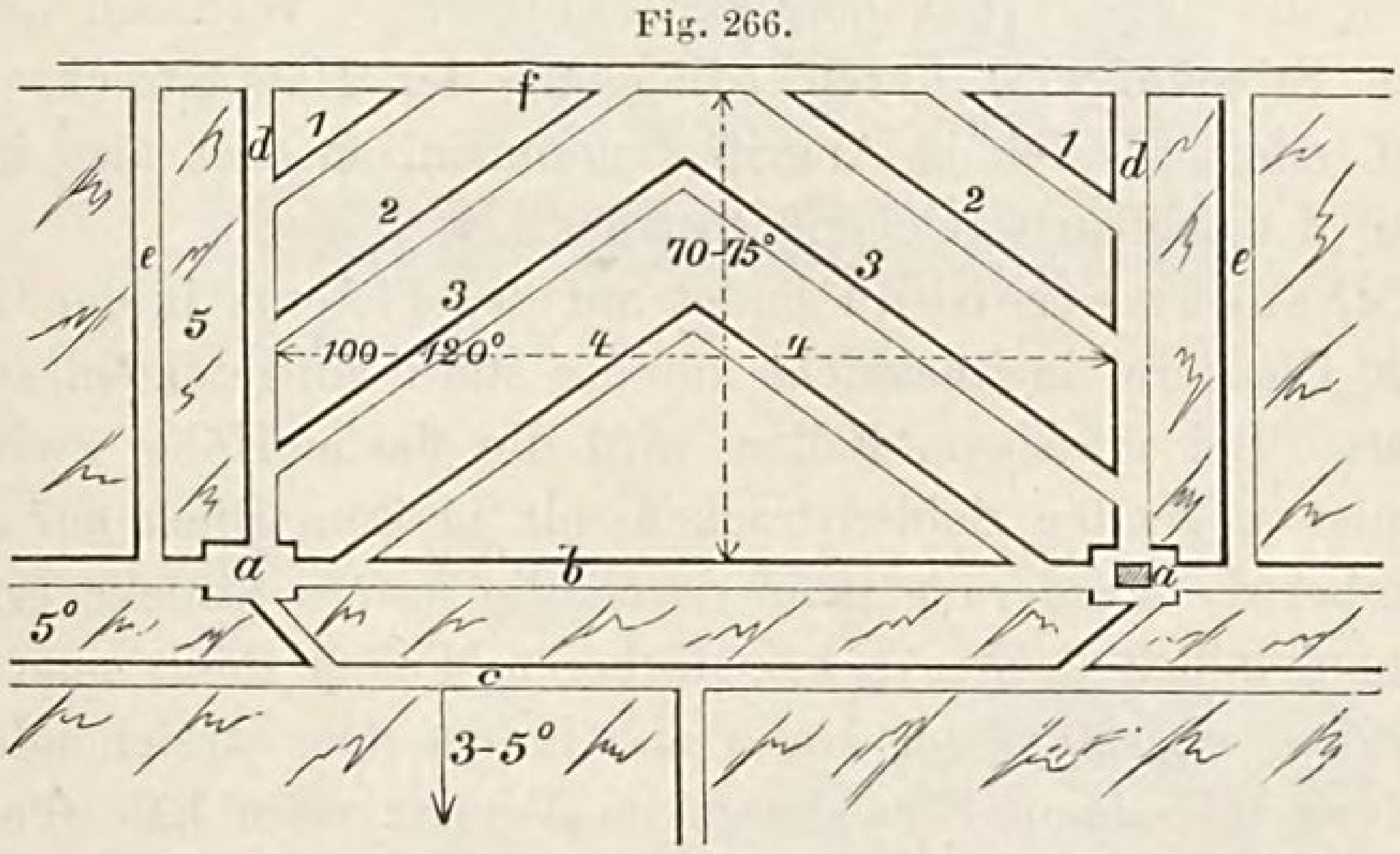
87) Wochenschr. des schles. Vereins Bd. 2. Beilagen S. 13.

88) v. Carnall: Der Strebebau auf d. Bleierzgrube Friedrich bei Tarnowitz in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 1B. S. 1.

89) Bemerkungen über den Mansfelder Bergbau in der allgem. berg- und hüttenm. Zeitg. von Dr. Hartmann. Quedlinburg 1860. S. 325. — Mentzel: Mansfelder Kupferschieferbergbau in berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1864. S. 331. — Erdmenger: Der Mansfeldische Kupferschieferbergbau in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 19B. S. 224.

dabei fallenden Berge versetzt, indem man die vorderen Stösse des Versatzes sorgfältig aufmauert und die Räume dazwischen mit losen Bergen ausfüllt. In neuerer Zeit richtet man die schwebenden Strecken oder Flachen wohl als Bremsberge oder auch als einfallende Strecken zur Förderung aus dem Tiefsten vor. Statt der flachen Bremsberge hat man auch wohl für jede Fördersohle, wenn Wagenförderung umgeht und ein unterfahrender Querschlag vorhanden ist, seigere Bremsschächte im Gestein, doch ist mit der Wagenförderung stets die Hundeförderung noch combinirt, um die Erzmassen vom Strebe in höhere Förderstrecken zu transportiren. Diagonale Förderfahrten von 105 zu 105 Meter kommen nur noch da vor, wo Schlepphunde allein gehen; sonst liegen die streichenden Förderstrecken 63 bis 84 Meter über einander. Die Schächte, welche ein ganzes Baufeld beherrschen, werden etwa 1050 Meter von einander entfernt gestellt. In neuester Zeit hat man angefangen[90]), den Strebverhau von Oben nach

Fig. 266.



Unten zu führen, wobei man den Vortheil gewinnt, dass der Abbau der Ausrichtung des Flötzes nach der Tiefe in angemessener Entfernung unmittelbar folgen kann, und dass der Druck vor den Strebflügeln, welche gegen früher die umgekehrte Form annehmen, von vorn herein mehr rege gemacht, also die Gewinnung des Flötzes erleichtert wird.

Auf der Steinkohlengrube zu Obernkirchen wird ein 471 bis 575 Millimeter mächtiges, 5 Grad fallendes Flötz gebaut, welches in 2 Bänken bricht, von denen die untere, 314 bis 366 Millimeter mächtige, allein gebaut wird, über derselben liegt ein 1,255 Meter mächtiges Sandsteinmittel. Aus dem Förderschachte a in Fig. 266, um welchen ein Sicherheitspfeiler von 3,139 bis 5,492 Meter zu jeder Seite im Kohl stehen bleibt, wird eine streichende Strecke b in einer Länge von 200 bis 250 Meter aufgefahren, welche von einer tiefer liegenden Sumpfstrecke c begleitet wird; von der streichenden Strecke wird aus jedem Schachtfelde eine schwebende Strecke d, welche in 10,462 Meter Entfernung von einer Hilfsstrecke e begleitet ist,

[90]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17B. S. 62.

146 bis 157 Meter hoch aufgehauen bis zur Baugränze des Feldes, welche gleichfalls durch eine streichende Strecke f gebildet wird. Der Abbau erfolgt dann von Oben nach Unten, indem man das ganze Feld durch Diagonalen 1, 2, 3, 4 eintheilt, welche 14,646 bis 16,739 Meter von einander entfernt sich in der Mitte zwischen Streichen und Fallen halten, $2^1/_2$ bis 3 Grad fallen, 0,942 bis 1,255 Meter breit sind und dem Abbau immer 8,369 bis 10,462 Meter voraussteben. Der zwischen zwei Diagonalen entstehende Stoss wird abgebaut, bevor man die nächst tiefere Diagonale ansetzt. Vor jedem Streb arbeiten 5 Hauer in abgesetzten Stössen während der Frühschicht, Nachmittags erfolgt das Bahnbrechen und das Aufführen der trockenen Mauerung, wozu man, wenn die Berge nicht ausreichen, Stempel zu Hilfe nimmt und wobei sich die Dicke und Entfernung der Mauern nach der Stärke des Drucks richtet. Die gewonnenen Massen gelangen aus der oberen Hälfte des Stosses durch die obere, aus der unteren Hälfte durch die untere Diagonale zur Förderung. Während des Abbaues der unteren Strecke wird durch Erlängung der Hauptstrecke ein neues Feld östlich oder westlich in Angriff genommen, so dass also im Grossen und Ganzen der Abbau streichend fortrückt.

Streichender Strebbau findet auf den Plateurs in der Gegend von Lüttich und Charleroi in Rücksicht auf die stark auftretenden schlagenden Wetter statt. Bei mässigem Fallen wird die flache Höhe zwischen zwei über einander liegenden Sohlenstrecken mit breitem Blick auf einmal gewonnen, wobei die Förderung ganz durch die untere Strecke erfolgt (l'exploitation par tailles droites); bei stärkerem Fallen theilt man die flache Höhe in Stösse von 20 Meter Höhe ab, indem man streichende Strecken in Verbindung mit einem Bremsberge im Versatz offen hält (l'exploitation par tailles horizontales et contiguës)[91]).

Schwebender Strebbau (l'exploitation par tailles ascendantes) wird im Revier du Centre oder du Levant de Mons auf 10 bis 30 Grad geneigten, weit ausgedehnten Flötzen ohne schlagende Wetter angewendet. Durch eine streichende, etwa 10 Meter breite Strecke, Fig. 267, welche von einer darunter liegenden Wetterstrecke begleitet wird, begränzt man das Baufeld nach Unten und fährt an der Baugränze eine schwebende Strecke bis zur oberen streichenden Strecke auf, so dass die Bauhöhe etwa 80 Meter hoch ist; falls sie grösser ist, theilt man sie durch ein Theilungsort. Von der unteren Strecke her nimmt man schwebende Stösse in Breite von 10 bis 15 Meter weg, indem man beim Versatz Strecken zur Förderung mit Haspel oder durch Menschen, sowie zur Wetterführung offen lässt.

Der Strebbau in dem Flenukohlenflötze westlich von Mons ist bald mehr streichend, bald mehr diagonal oder schwebend (l'exploitation par tailles obliques ou couchées), Fig. 268. Die Stösse sind je nach den

[91]) Ponson a. a. O. t. II. p. 386. — Glückauf. Essen 1882. No. 82.

Umständen 8 bis 18 Meter breit, sie erhalten bei flachem Fallen je eine mitten im Versatz liegende diagonale Förderstrecke, bei stärkerem Fallen liegt sie am unteren Stosse und wird mehr streichend. Die Baumethode wird begünstigt durch das gute Hangende, durch wenig schlagende Wetter und nicht zahlreiche Wasser; die Zerklüftungen der Kohle werden beachtet, da die Stücke sehr grossen Werth haben, indem die Kleinkohlen

Fig. 267.

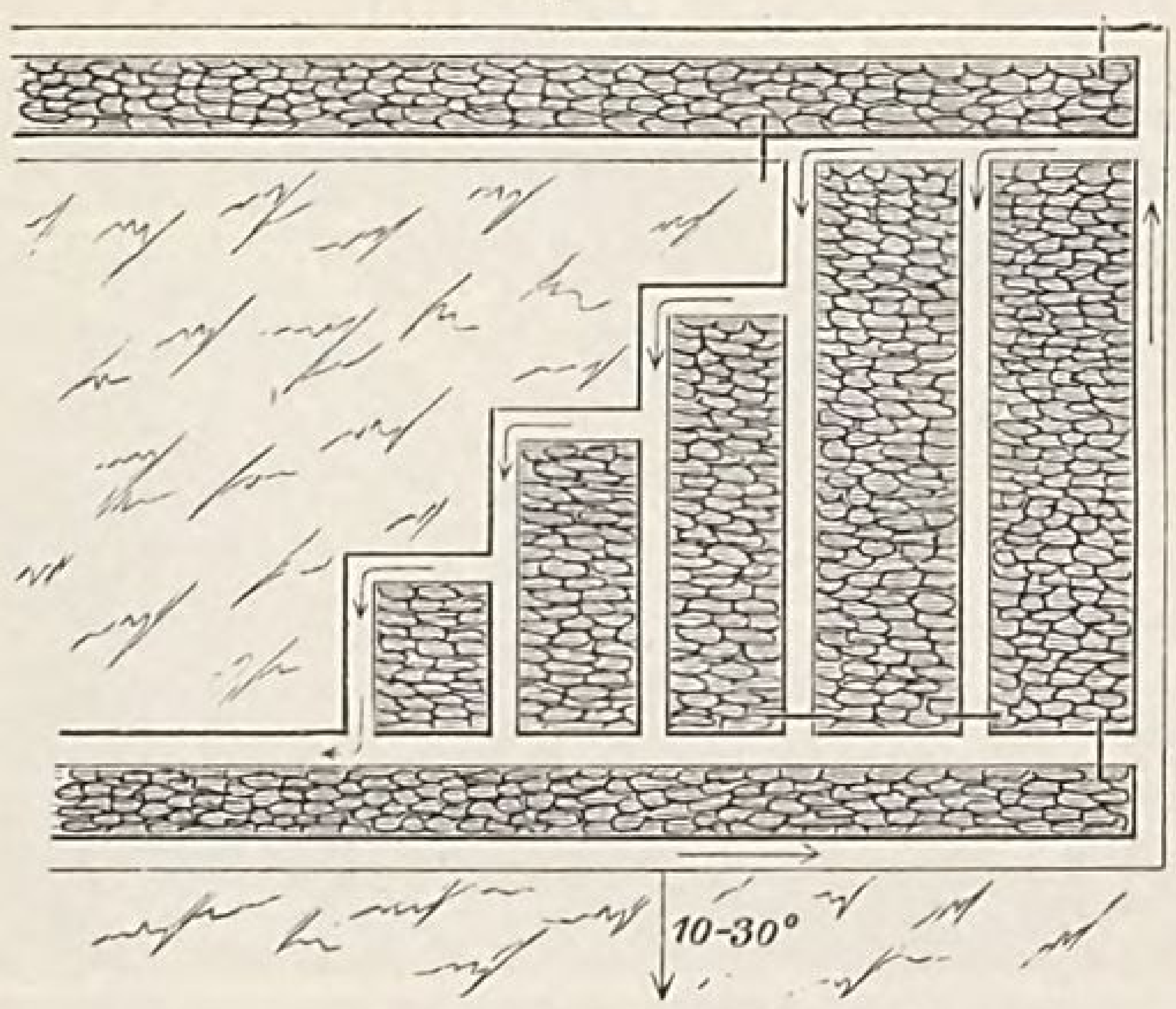
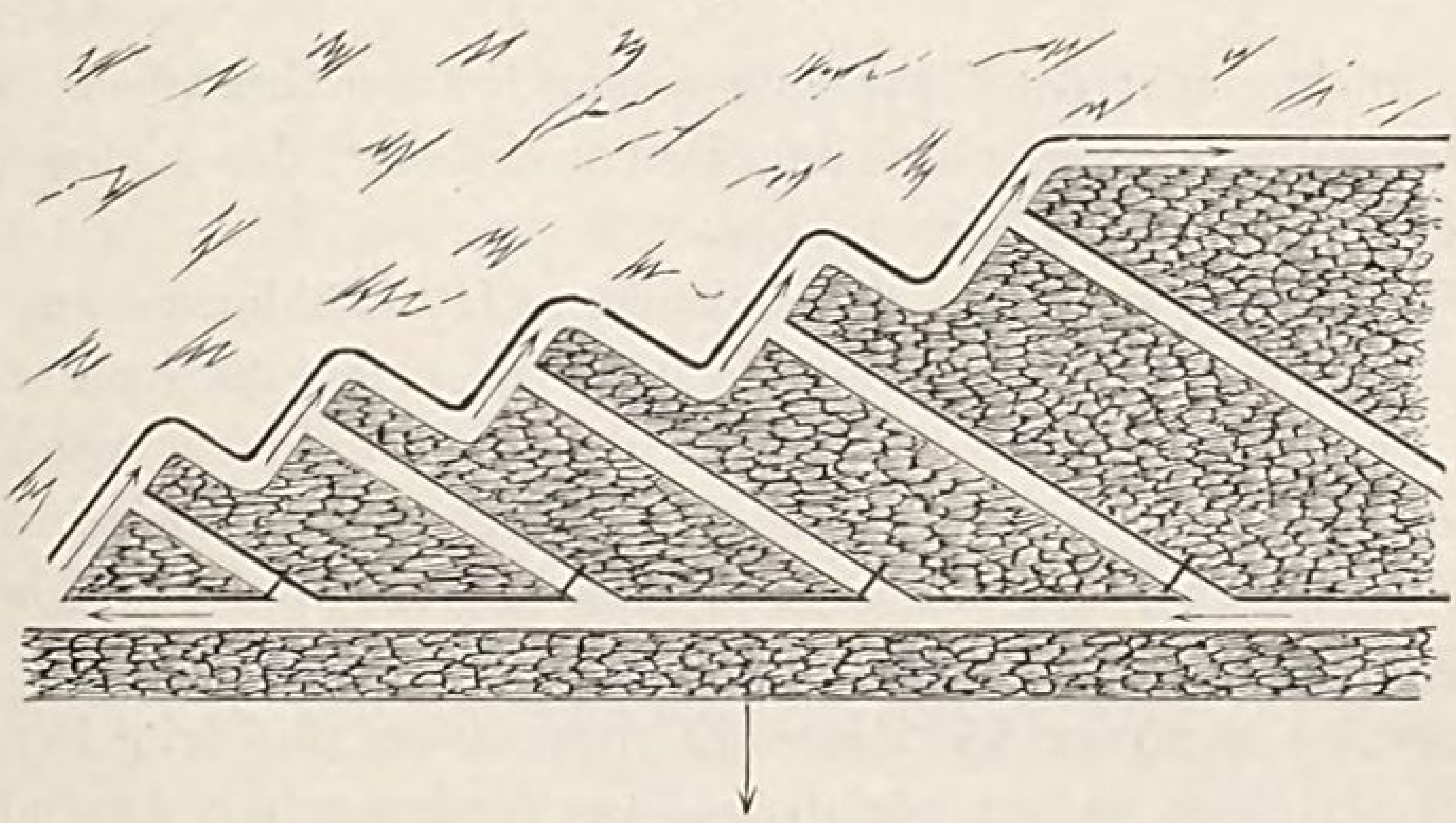


Fig. 268.



schwer zu Koks zu verarbeiten sind und wenig Koks ausbringen. Man giebt den Abbaufeldern eine Länge von 1000 Meter, ja bis 1500 und 1800 Meter, wofür als Bedingung gilt eine vorzügliche Unterhaltung der Förderwege und Fördergefässe und eine sehr lebhafte Wettercirculation[92]).

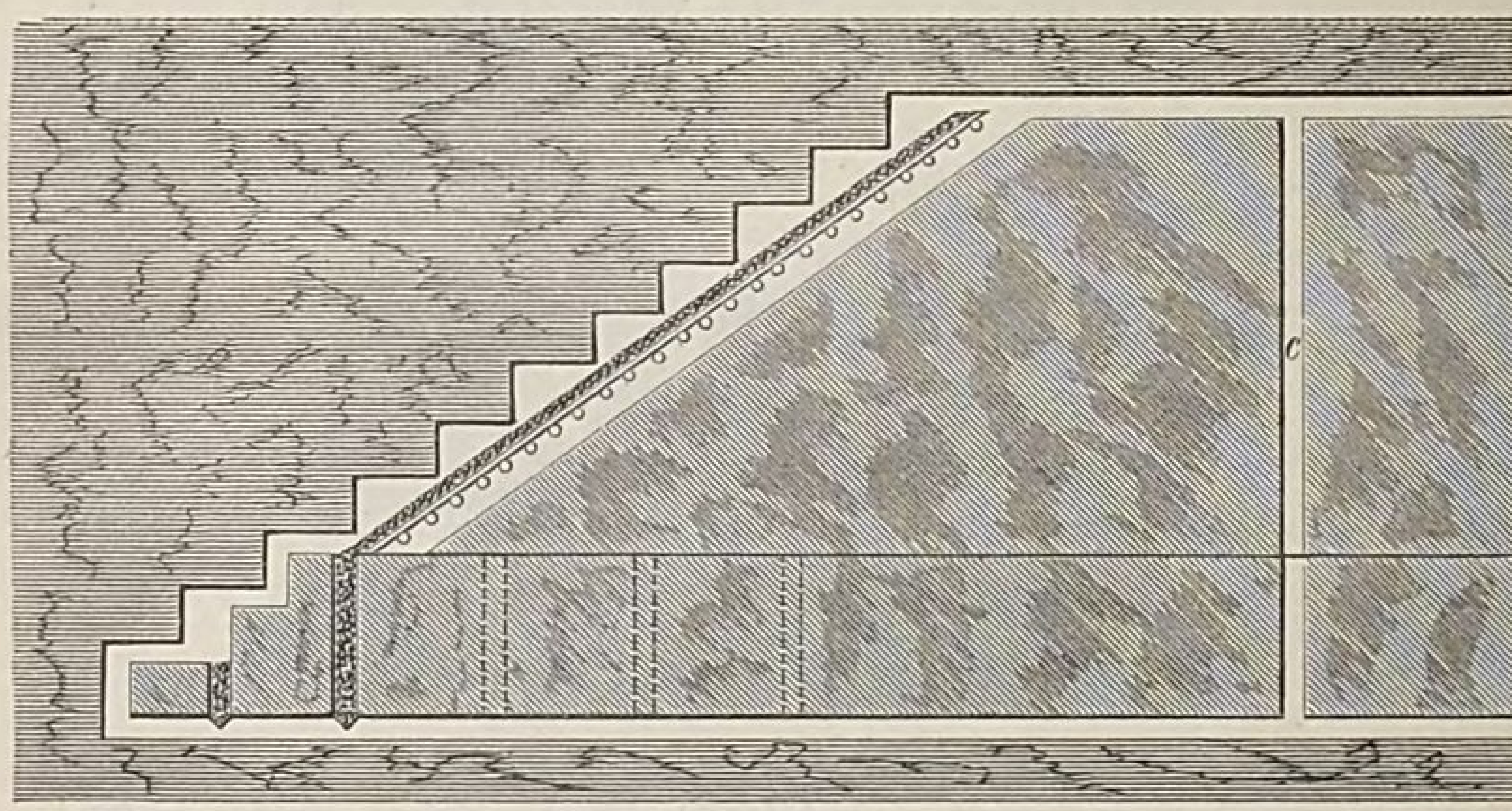
Für die stehenden Flötzflügel hat Godin[93]) auf der Grube l'Espérance

[92]) Chanselle: Notes sur les méthodes d'exploitation in Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. t. 14. p. 23. — Burat: les houillères en 1867. Paris. p. 158.

[93]) Annales des travaux publics de Belgique. Bruxelles. t. 33. p. 379.

bei Seraing den Strebbau dahin abgeändert, dass die schwebenden Strecken, welche zugleich als Rolllöcher für das Hinabgleiten der Kohlen benutzt werden, gänzlich beseitigt sind und statt dessen an den Stössen des Strebes entlang ein Bretterverzug aus starken Hölzern in solcher Neigung angebracht wird, dass die Kohlen langsam hinabgleiten, ohne zu zerstückeln, Fig. 269. Die Berge werden ohne Unterbrechung in den abgebauten Streb verstürzt, ohne eines künstlichen Aufbaues zu bedürfen, da die Stösse der

Fig. 269.



Rolllöcher nicht mehr sorgfältig aufgemauert werden brauchen; hierdurch ist die Baumethode sehr viel billiger und entbehrt der vielen Gefahren, welche die Rolllöcher mit sich führen.

Der Strebbau auf den flachfallenden, fast söhligen englischen Flötzen[94]) bietet besonders Bemerkenswerthes nicht dar, als dass man vermöge der Festigkeit der Kohle und des Daches in der Lage ist, den Strebörtern eine beträchtliche Länge zu geben, welche zwischen 70 und 360 Meter schwankt; um die grossen Massen von Kohle, welche in den weiten Räumen gewonnen werden, bewältigen zu können, muss man in Entfernungen von 25 zu 25 Meter Förderstrecken in dem Bergeversatz aussparen und deren Stösse mit den besten Dachgesteinen besonders sorgfältig vermauern.

Auf Gruben mit steiler einfallenden und mit Bergmitteln durchzogenen Flötzen in England wendet man einen combinirten Pfeiler- und Strebbau an[95]). Bei grösserer Festigkeit des Daches treibt man vom Schachte aus 3 streichende Strecken für die Förderung und Wetterführung unter Anstehenlassen von Streckenpfeilern; von hier geht man von Vorn

[94]) Havrez: Stand des englischen Steinkohlenbergbaues im Jahre 1866 in berg- u. hüttenm. Zeitg. v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 403.

[95]) Ebenda S. 404. — The Mechanics' Magazine. London. Vol. 95. p. 163. — The Mining Journal. London 1872. p. 393.

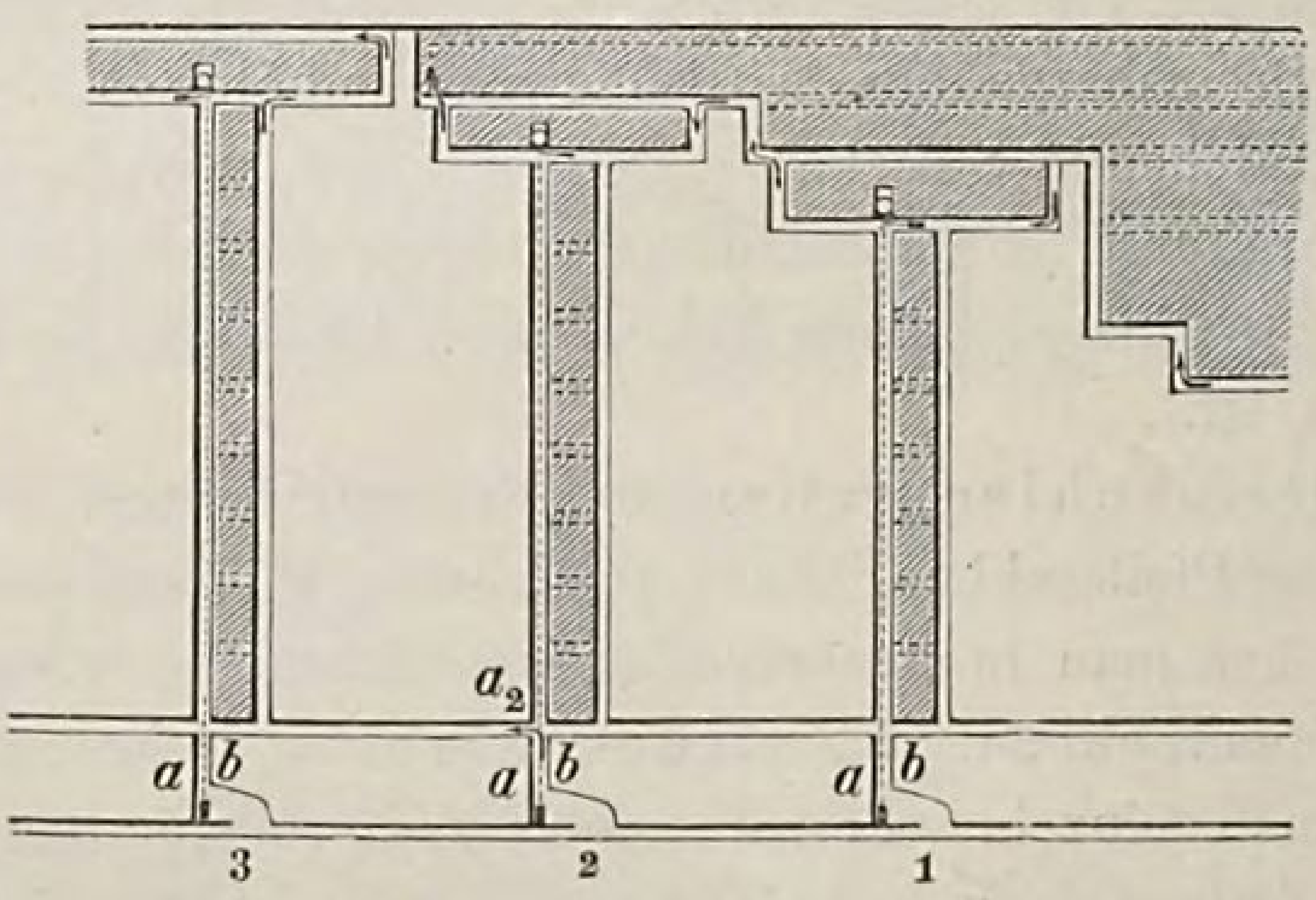
nach Hinten mit 18 bis 20 Meter breiten Aufhauen in der Fallungslinie des Flötzes aufwärts, welche unter Offenhaltung von 3 Strecken für Förderung und Wetterführung mit den gewonnenen Bergen versetzt und bis zur oberen Feldesgränze aufgefahren werden. Zwischen den Aufhieben bleiben 20 Meter und mehr breite Pfeiler stehen, welche, nachdem man mit den Aufhieben bis zur hinteren Gränze des Abbaufeldes gelangt ist, von Hinten nach Vorn gleichfalls strebartig abgebaut werden. Bei dieser Methode bewegen sich die Arbeiter stets zwischen abgebauten Feldestheilen, auch haben schlagende Wetter Gelegenheit sich in grösseren Mengen anzusammeln. — Wo das Dach weniger haltbar ist, kann man mit den Vorrichtungsstrecken und den Aufhieben nicht bis zur Baugränze vordringen. In solchem Falle treibt man z. B. auf der Grube Clifton Hall bei Manchester vom Schachte aus in dem 17 Grad einfallenden Flötze 2 Strecken, zwischen denen ein 9 Meter breites Mittel stehen bleibt, in Entfernungen von je 24 Meter wird dasselbe zur Verbindung beider Strecken durchörtert. In ca. 250 Meter Entfernung vom Schachte treibt man in gleicher Weise 2 Strecken im Flötze aufwärts, welche zu Bremsbergen hergerichtet werden. Vom Bremsberge aus wird die Kohlenhöhe in 36 Meter hohe Pfeiler durch streichende Strecken eingetheilt und von diesen aus immer ein 11 Meter breiter Pfeilerabschnitt strebartig ausgewonnen. Dabei ist die Wetterführung eine so mangelhafte, dass die Hitze vor den Abbauen fast unerträglich ist.

Auf den Steinkohlengruben bei Saarbrücken, wo bis dahin grösstentheils nur Pfeilerabbau, theils streichend, theils schwebend in Anwendung stand, hat man in neuerer Zeit den Strebbau versuchsweise eingeführt und namentlich auf der Grube Gerhard sehr günstige Erfolge erzielt, indem man einzelne Flötze reiner und vollständiger zum Abbau bringt, andere, früher als unbauwürdig angesehene Flötze jetzt abbaut[96]). Zuerst wandte man den Strebbau auf Flötzen von 470 und 680 Millimeter Mächtigkeit im Jahre 1864 versuchsweise und zur Einübung der Arbeiter an und gewann damit so günstige Resultate, dass man die Abbaumethode auch auf andere Flötze ausdehnte. Früher baute man fast ausschliesslich das 1,579 bis 1,883 Meter mächtige Heinrichflötz und das 2,092 bis 2,667 Meter Kohle in vielen Bänken haltende, 10 bis 14 Grad fallende Beustflötz mittelst diagonalen Pfeilerbaues ab. Namentlich auf dem letzteren Flötze führte diese Methode zu grossen Kohlenverlusten, indem die Pfeiler vor ihrer Inangriffnahme in Druck oder in Brand geriethen, ausserdem war das Hinabfördern der beladenen Kohlenwagen vom Abbauort zur Förderstrecke, sowie das Wiederaufwärtsfördern der leeren Wagen mit grossen

[96]) Hilt: Bemerkungen über die Abbaumethoden auf der k. Steinkohlengrube Gerhard-Prinz-Wilhelm bei Saarbrücken und die Resultate des neuerdings daselbst eingeführten Streb- und Stossbaues in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 18B. S. 18.

Schwierigkeiten verbunden, welche nur wenig verringert wurden, als man zum Aufwärtsfördern wenigstens kleine Pferde (Ponies) benutzte. Eine Verbesserung erlangte man aber durch Einführung des schwebenden Pfeilerbaues mit schmaleren Abbaustrecken (4,185 bis 5,231 Meter) und breiteren Pfeilern (20,924 Meter) und zugleich durch Anwendung leicht transportabler Scheibenbremsen für die Förderung, welche in jeder Abbaustrecke aufgestellt wurden. In einem anderen Theile desselben Flötzes wandte man dieselbe Methode in etwas veränderter Weise an. Man fuhr die Abbaustrecken 10,462 Meter breit auf und liess 41,848 Meter breite Pfeiler stehen; beim Auffahren der Abbaustrecke wurden die gewonnenen Berge in der Weise versetzt, dass an der einen Seite eine zweispurige, mit einer Scheibenbremse versehene Förderstrecke, auf der anderen Seite eine Fahrstrecke frei blieb; die Förderstrecke wurde bis zur Grundstrecke verlängert, so dass die Förderwagen vom Abbauort direct in diese hineingelangen. Von den Abbaustrecken aus werden die halben Pfeilerstärken stossweise

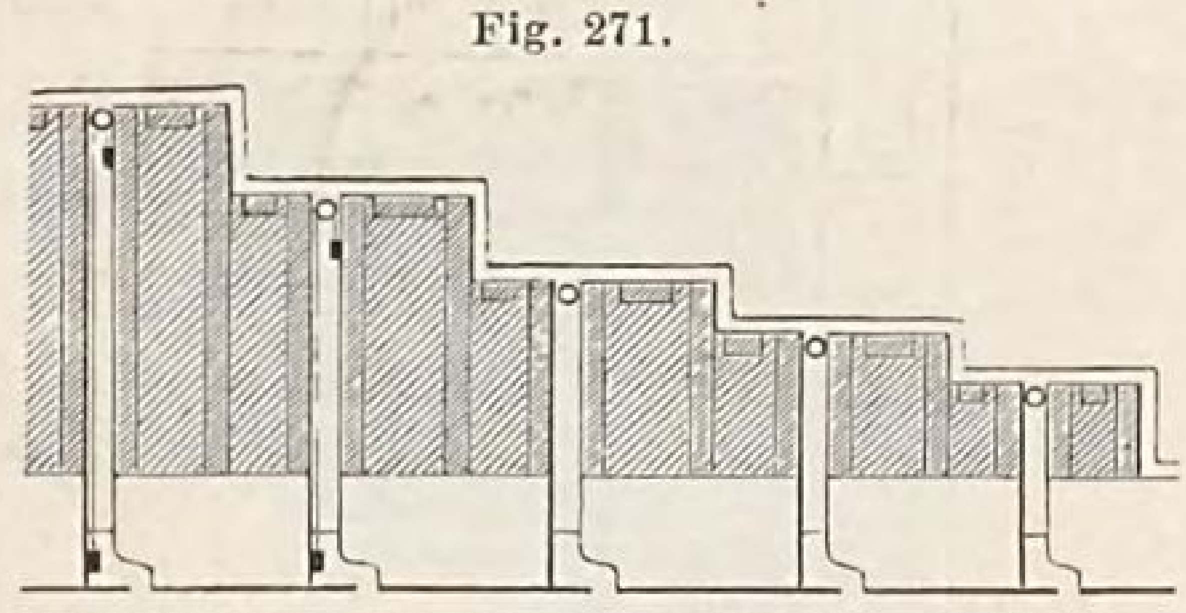
Fig. 270.



in Bau genommen, wobei jeder Stoss 8,370 bis 10,462 Meter hoch gegriffen wird. Fig. 270, giebt ein Bild des Abbaues; bei der ersten Abbaustrecke ist man beschäftigt, den dritten, bei der zweiten den zweiten, bei der dritten den ersten Stoss streichend abzubauen. Für den obersten Stoss (Abbaustrecke 3) wird eine Förder- und eine Wetterstrecke streichend nachgeführt, für die folgenden Stösse nur eine Förderstrecke, indem die Förderstrecke des vorhergehenden Stosses als Wetterstrecke dient. Hierdurch erreicht man eine sehr günstige Wetterführung, wie aus den Pfeilen in der Skizze hervorgeht, in welcher a und b Wetterthüren darstellen, von denen b fest geschlossen ist, während a dem Wetterstrom den Durchgang gestattet. Es hat sich herausgestellt, dass, obwohl in der Ausführung ohne Schwierigkeit, eine Verstärkung der Pfeiler über 41,848 Meter nicht rathsam ist. — Dagegen würde das Elisabethflötz, welches mit Hilfe dieser Baumethode überhaupt erst hat in Bau genommen werden können, eine Verstärkung der Pfeiler gestatten, zumal man hier die Stösse 12,554 Meter hoch nimmt. — Auch auf dem Carlflötze, welches früher mit diagonalem

Pfeilerbau gewonnen wurde, hat sich der Stossbau bewährt. Auf demselben Flötze hat man aber auch den reinen Strebbau mit breitem Blick zur Anwendung gebracht unter Nachführung doppeltgeleisiger, schwebender Bremsstrecken, für welche das Hangende 628 bis 942 Millimeter nachgerissen werden muss; hierdurch gewinnt man Berge zum Versetzen der Stösse in den Strecken mit sorgfältig ausgeführten Mauern. Die nöthige Festigkeit erhalten diese durch Holzpfeiler, welche aus 785 bis 942 Millimeter langen Holzstücken von altem Grubenholz scheiterhaufenartig zusammengesetzt und bis ans Hangende geführt werden; alle Zwischenräume werden sorgfältig mit Bergen ausgefüllt. Die Bremsstrecken werden in 25 Meter Entfernung von einander angelegt, so dass jeder Strebstoss 12,5 Meter Breite nach jeder Seite von dem Mittelpunkt seiner Förderstrecke erhält. Die Strebstösse, welche anfänglich in einer schrägen Linie geführt wurden, werden jetzt treppenartig, Fig. 271, gebildet, wodurch sich der Druck besser vertheilt. Die gewonnenen Berge werden dem Stosse parallel

Fig. 271.

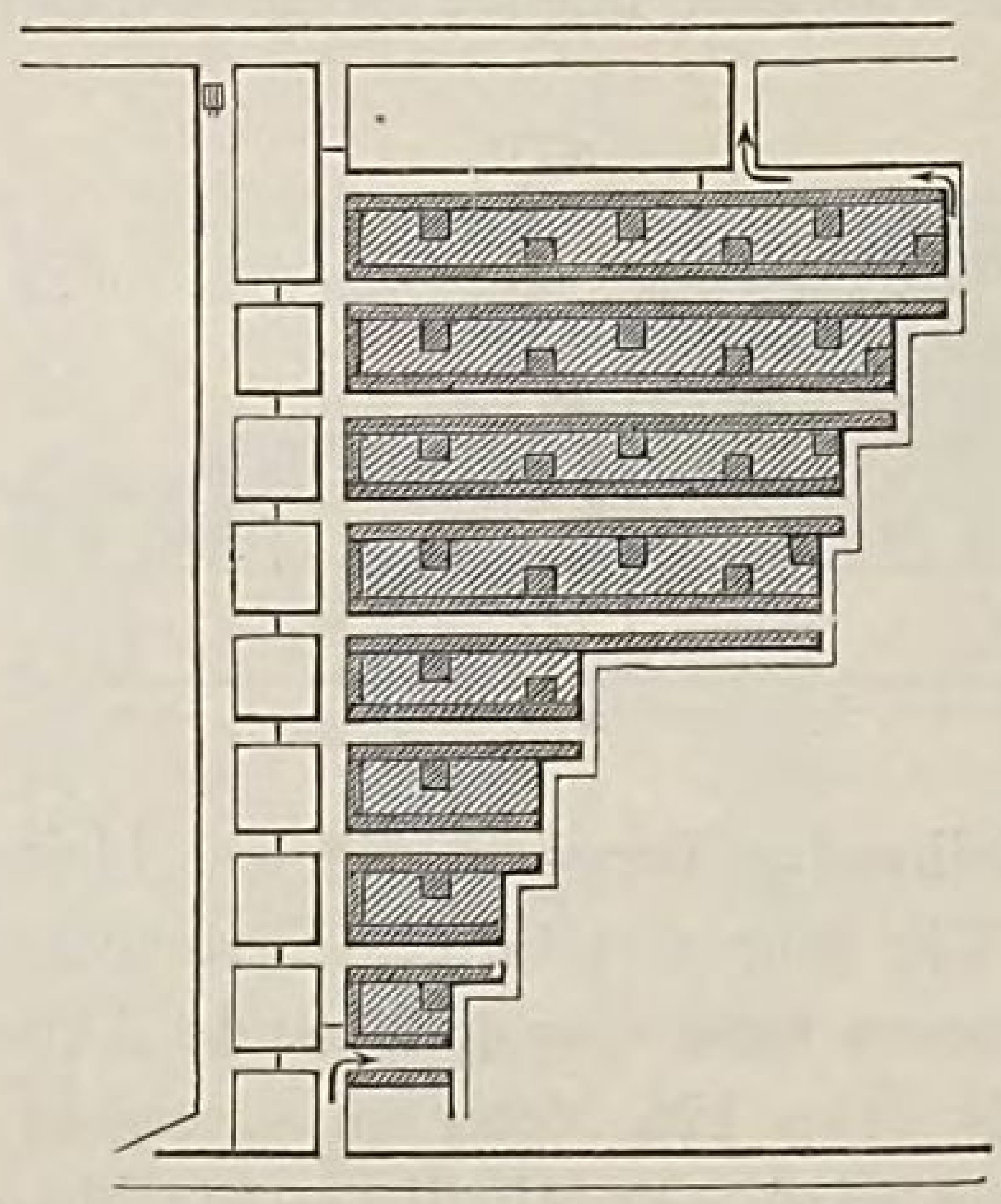


vermauert, die übrigbleibenden Berge in die leer bleibenden Räume hinter die Mauer geworfen. Ein sehr sorgfältiges Vermauern der Bremsstrecken ist Haupterforderniss, wenn man eine genügende Abbauhöhe erzielen will, welche nicht höher als etwa 125 Meter zu erreichen sein wird, da dann die Förderung schwierig wird. Durch diesen Strebbau hat man eine ausgezeichnete Wetterführung und grösseren Stückkohlenfall, als beim Stossbau erzielt. — Auch auf dem früher ganz unbauwürdigen Mariaflötze ist dieser Strebbau mit Erfolg durchgeführt.

In der Grubenabtheilung Albert derselben Grube wird das 18 bis 22 Grad fallende Flötz Max gebaut, welches der schlagenden Wetter wegen einen schwebenden Abbau überhaupt nicht gestattet, weshalb man es anfänglich mit 6,277 Meter breiten Abbaustrecken und 10,462 Meter starken streichenden Pfeilern versuchte, welche aus 146 bis 167 Meter hohen Bremsbergen vorgerichtet wurden, wobei man ganz günstige Resultate erzielte, doch müssen die Baue zu lange offen gehalten werden, weil zunächst die langen Abbaustrecken aufzufahren sind, bevor man an den Pfeilerrückbau gelangt, auch ist die Wetterführung schwierig und ein Versetzen der ausgehauenen Räume nicht durchführbar, was aber mit Rücksicht auf die Tagesoberfläche gerade hier nothwendig ist. Deshalb hat man es mit streichendem Strebbau aus Bremsbergen versucht. Man nimmt

die flache Höhe zu 167,392 Meter, lässt über der unteren Hauptförderstrecke und an der oberen Baugränze einen 16,739 Meter starken Pfeiler anstehen und theilt die übrige Kohlenhöhe in 8 Strebstösse von je 16,739 Meter Höhe. Für jeden Strebstoss führt man eine streichende Förderstrecke nach. Man ging zunächst mit den oberen 4 Strebstössen so weit vor, dass das Aufsetzen des Hangenden auf den Bergeversatz schon erfolgt war, bevor man das Aufhauen der unteren Strebstösse begann. Wegen Mangels an Bergen schützte man nur die Förderstrecken durch 1,3 bis 2 Meter starke Bergemauern und benutzte die übrigen Berge zur Verstärkung jener Mauern an den Wetterzügen und zur Aufführung von Steinpfeilern; auch brachte man zur Verstärkung der Bergemauern in den Stössen der Förderstrecken die oben erwähnten Holzpfeiler, alternirend in der oberen und unteren Mauer, an, Fig. 272; je mehr es an Bergen fehlt,

Fig. 272.

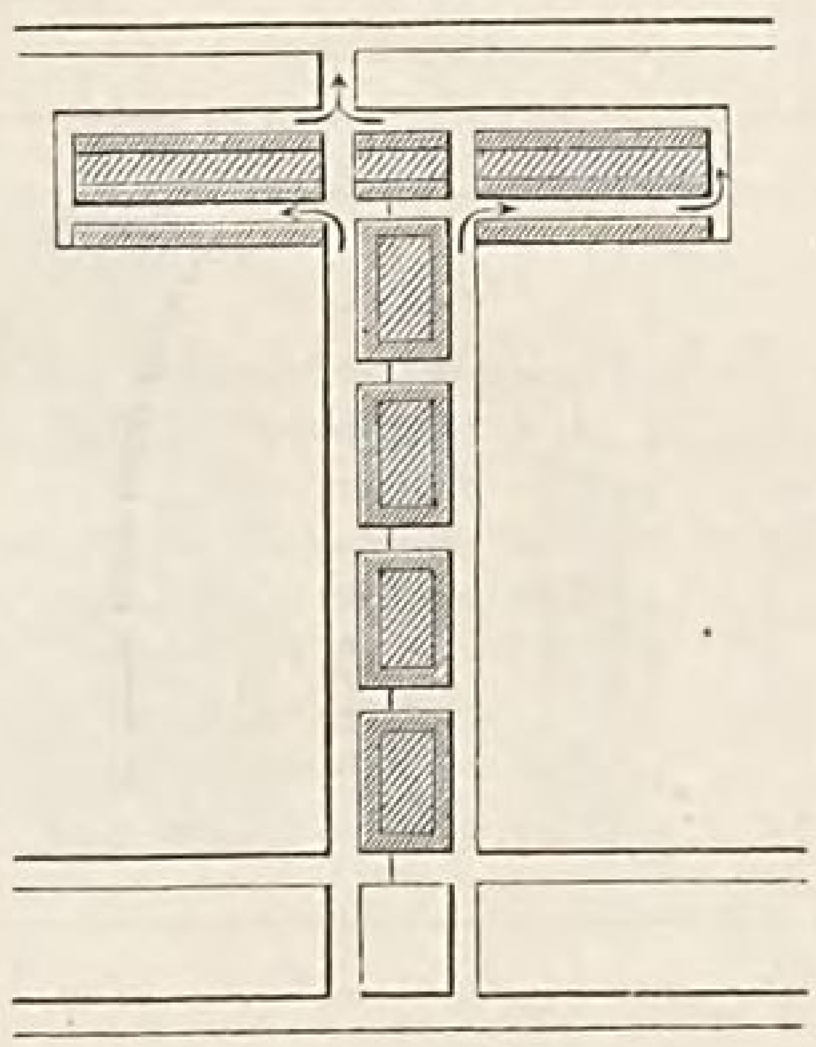


desto zahlreicher müssen die Holzpfeiler werden, welche, wie schon bemerkt, aus altem Grubenholz hergestellt werden und deshalb keine allzu bedeutenden Kosten machen. Unter Beobachtung einer sehr sorgfältigen und sicheren Ausführung der Bergemauern hat man in dieser Weise den Strebbau auf dem Maxflötze sehr wohl ausführen und den Baufeldern eine Länge bis zu 125 Meter geben können. Dennoch ist die Aufführung der Bergemauern schwierig und zeitraubend, die vorhergehende Fertigstellung des Brems- und Fahrschachtes verzögert den Aufhau der Strebstösse, die beim Aufhauen des Brems- und Fahrschachtes und beim schmalen Anhieb der Förderstrecken fallenden Berge müssen weggefördert werden, während es beim eigentlichen Bau an Bergen fehlt. Deshalb ging man demnächst zu einem stossartigen Strebbau[97]) über, wofür man kurze Baufelder von 100 bis 125 Meter Länge wählt. In der Mitte des Feldes

[97]) Vergl. auch: Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17B. S. 61.

wird eine schwebende Bremsabbaustrecke aufgehauen, welche auf der einen Seite eine zum Bremsen dienende doppeltspurige Förderstrecke, auf der anderen eine Fahr- und Wetterstrecke erhält, indem zwischen beiden die beim Aufhau fallenden Berge zu einer Mauer sorgfältig versetzt werden in einer Stärke von 6,277 bis 8,370 Meter, wobei alle 12,554 bis 16,740 Meter eine Verbindung zwischen Förder- und Fahrstrecke ausgespart wird. Wenn dieser Aufhau die obere Sohle erreicht, beginnt der Abbau von Oben nach Unten, indem nach beiden Seiten strebartig mit 12,554 bis 16,740 Meter Höhe aufgefahren wird; die Strebstrecken erhalten nur eine Länge von höchstens 62,772 Meter, so dass es gelingt, dieselben bis zum vollendeten Abbau offen zu halten, namentlich wenn man den nächst unten folgenden Strebstoss nicht in Angriff nimmt, bevor der obere abgebaut ist,

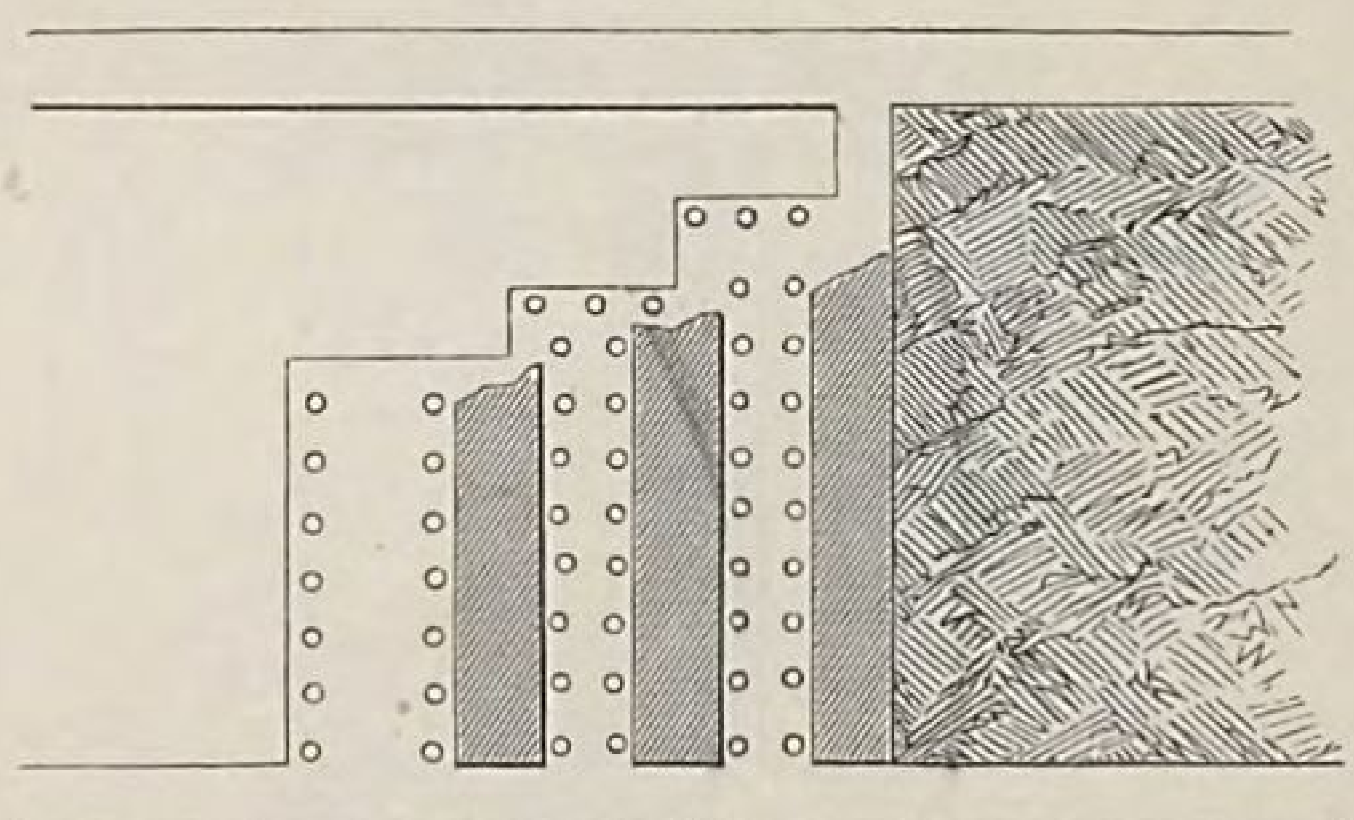
Fig. 273.



weil dann die Strebförderstrecke immer in der Nähe eines festen Stosses liegt, Fig. 273. Da aber hierdurch die Ausgewinnung des Baufeldes sehr verzögert wird, versuchte man wenigstens zwei Strebstösse unter einander in Bau zu nehmen, wobei aber die Schwierigkeit des gleichzeitigen Einförderns aus den Strebstrecken in den Bremsberg entstand, weshalb es nothwendig wird, für den einen Streb einen Hilfsbremsberg anzulegen, was im Ganzen nur geringe Kosten verursacht. Grössere Schwierigkeit bietet der grosse Druck des Hangenden, welcher auf die Kreuzungspunkte am Bremsberge wirkt, wenn man gleichzeitig zwei Strebstösse unter einander aufhaut, weshalb dies nur geschehen kann, wenn das Dach fest ist und hinreichend Berge zur Vermauerung vorhanden sind. Ist man gezwungen, zahlreichere Angriffspunkte zu schaffen, so muss man die Baufelder verkürzen und gleichzeitig mehrere Bremsstrecken in Abbau nehmen, was aber nur bei einem Fallen von unter 15 Grad möglich ist, während beim stärkeren Fallen die Herstellung der Bremsstrecken zu kostspielig ist und deshalb beschränkt werden muss. Welcher von den beschriebenen Baumethoden für das Maxflötz der Vorzug zuzuerkennen ist, bleibt noch weiteren Versuchen zu entscheiden vorbehalten; für die durch viele Ver-

werfungen in ihrer Länge sehr unregelmässigen Baufelder dieses Flötzes scheint allerdings der stossartige Strebbau den Verhältnissen am meisten sich anzupassen. Auch gegen die Explosion schlagender Wetter, welche vorzugsweise aus dem Hangenden des Flötzes austreten, bietet der stossartige Strebbau eine Sicherung, da immer nur ein geringer Theil des Daches blosgelegt wird und die Senkungen desselben weniger plötzlich auftreten. Man hat im Gegentheil die Beobachtung gemacht, dass beim sorgfältigen Versatze der Berge und beim Nichtstehenlassen von Streckenpfeilern ein ganz gleichmässiges, allmäliges Setzen der Tagesoberfläche, ohne dass sich Spalten und Risse bilden, erfolgt, während die stehenbleibenden Pfeiler beim Senken der hangenden Schichten förmliche Rücken bilden: man hat unter Gebäuden und Eisenbahanlagen die Flötze in der Tiefe zwischen 94 und 156 Meter ohne Schaden vollständig abgebaut[98]).

Fig. 274.



Auf der Steinkohlengrube Neu-Essen in Westfalen baut man ein 6 bis 8 Grad einfallendes, 1,30 bis 1,57 Meter mächtiges, ein bis zu 39 Centimeter starkes Bergmittel haltendes Flötz durch eine Art schwebenden Strebbau ab[99]). Die Pfeilerhöhe zwischen der ersten und zweiten Tiefbausohle ist durch Mittelsohlen in Abtheilungen von 60 bis 80 Meter Höhe getheilt. Aus jeder streichenden Strecke werden bis zur nächst oberen Strecke 6 bis 10 Meter breite Aufhauen geführt, wobei die Berge an den Stössen versetzt werden und die Förderung mittelst leichter Bremsen erfolgt; die einzelnen Aufhauen bleiben 4 bis 2 Meter gegen einander zurück. Der Bergeversatz wird nicht dicht bis vor Ort nachgeführt, wodurch ein lebhafterer Wetterzug ermöglicht wird. Anfänglich brachte man neben dem Bergeversatz in den ausgehauenen Räumen noch eine Reihe einfacher Stempel an; dieselben bleiben aber jetzt fort, nachdem sich die Arbeiter an die Baumethode gewöhnt haben, Fig. 274, in welcher die schraffirten Flächen den Bergeversatz bezeichnen.

Im Allgemeinen bleibt zu bemerken, dass die Bildung von regel-

[98]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 21 B. S. 359.

[99]) Ebenda.

mässigen Bauabtheilungen zwar beim Strebbau vorkommt, aber weniger erforderlich ist, als beim Pfeilerbau. Von der Festigkeit des Hangenden und der Dauer des Baues hängt es ab, ob man über oder neben der Hauptförderstrecke einen Pfeiler zur Sicherheit vorläufig unberührt lässt, den man erst zuletzt gewinnt. Für den Steinkohlenbergbau hat der Strebbau den auch dem Firstenbau zukommenden Vorzug, das Abtrocknen der Kohle zu vermeiden. Die Rücksicht auf hangende Lagerstätten ist zwar nöthig, aber weniger dringend, als beim Pfeilerbau, doch sind in dieser Hinsicht die Principien der Bauführung dieselben, wie beim Pfeilerbau, so dass man auch in den vorgerichteten Flötzen den Bau von Oben nach Unten führt. Reichen die Berge nicht zum vollständigen Versetzen aus, so begnügt man sich auch wohl mit theilweisem Versatz, den man dann in parallelepipedische Mauern ordnet, und nimmt nöthigenfalls Stempel zu Hilfe; dann muss man aber in den meisten Fällen Abtheilungen bilden und die Förderstrecken durch einen Pfeiler sichern.

Die Vergleichung der Unglücksfälle, welche durch Explosion schlagender Wetter und durch Hereinfallen des Hangenden oder der Kohle auf den englischen Gruben beim Pfeilerabbau und beim Strebbau in den verschiedenen Districten vorkommen, lassen den Ingenieur Fowler den Schluss ziehen, dass der Strebbau für das Leben und die Sicherheit der Arbeiter ungefährlicher, als der Pfeilerbau, sei[100]). Als Gründe hierfür werden angegeben: die geringere Weite der Arbeitsstösse, die kleinere Ausdehnung der offengelassenen Räume, die Concentration der Arbeitspunkte und deshalb bessere Beaufsichtigung der Arbeiter, sowie auch vorzugsweise der Umstand, dass das Hangende nicht vorher, wie bei den Pfeilerabbaustrecken, der Einwirkung des Wetterstroms und des durchsickernden Wassers ausgesetzt ist und dadurch gebräch gemacht wird; das Setzen des Hangenden im Ganzen wird in der Regel rechtzeitig wahrgenommen, so dass sich der Arbeiter zur Zeit zurückziehen kann. Vor allem Anderen aber ermöglicht der Strebbau eine bessere Ventilation der Arbeitsräume und verhindert schon dadurch die Explosion schlagender Wetter, ausserdem aber ist bei der geringeren Ausdehnung der Arbeitsräume stets ein geringeres Luftquantum durch den Wetterzug zu regeneriren, denn da eine geringere Oberfläche der aufgeschlossenen Kohle dem Wetterzuge ausgesetzt ist, so ist auch das Quantum des ausströmenden Gases aus der entblössten Kohle geringer; endlich bilden sich in den Pfeilerabbaustrecken beim theilweisen Niedergehen des Hangenden in den Firsten Auskesselungen, welche sich mit schlagenden Wettern füllen und die Stätten zur Erzeugung grossartiger Explosionen bilden; beim Strebbau wird durch das gleichmässige Setzen des Hangenden die Bildung solcher Höhlungen vermieden. — Dass man auch auf dem Continente diesen von Fowler richtig aufgestellten Be-

[100]) Berggeist. Köln 1870. S. 411. — Glückauf. Essen 1871. No. 49. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1872. S. 362.

merkungen die grösste Aufmerksamkeit schenkt, beweisen die eben dargestellten Versuche auf der Grube Gerhard bei Saarbrücken, wo man statt des Pfeilerabbaus für einzelne Flötze in dem reinen oder stossartigen Strebbau eine rationellere Baumethode zu finden strebt, es ist aber immerhin zu berücksichtigen, dass nicht überall die Vorbedingungen zur Anwendung des Strebbaus vorhanden sind.

II. Abbaumethoden ohne Bergversatz.

a. Pfeilerbau.

Der Pfeilerbau findet nur auf plattenförmigen Lagerstätten statt. Die Ausgewinnung geschieht hier in zwei Betriebsstadien: 1) durch Vorrichtung von Pfeilern, d. h. Stücken der Lagerstätte von sehr verschiedenen Dimensionen; 2) demnächst durch den Abbau der vorgerichteten Pfeiler. Getrennt hat man vom Pfeilerbau den Oerterbau, bei welchem die vorgerichteten Pfeiler ganz oder theilweise zurückgelassen werden, so dass gewissermassen das zweite Betriebsstadium, der Abbau der Pfeiler, ganz oder theilweise unterbleibt; der Grund zu dem Preisgeben von Pfeilern liegt fast immer darin, das Zubruchegehen des Hangenden ganz oder doch während längerer Zeit zu verhüten, ist mithin ein durchaus äusserlicher, nicht in der Methode an sich beruhender, so dass die Bemerkungen über den Pfeilerbau zum grossen Theile auch auf den Oerterbau Anwendung finden.

Der Pfeilerbau ist anwendbar bei allen Fallwinkeln und für mittlere, nicht zu grosse Mächtigkeiten, bei grösseren Mächtigkeiten werden Modificationen nothwendig. Es ist die häufigste Abbaumethode für Steinkohlenflötze, ebenso, etwas modificirt durch die Art der Lagerung und die Natur der begleitenden Gesteine, für Braunkohlenflötze, ferner für Eisensteinflötze, wo es an Versatz fehlt. Oerterbau findet unter besonderen Umständen auf Steinkohlenflötzen u. s. w. statt, principiell aber auf Steinsalzlagerstätten.

1. Pfeilerabbau auf Steinkohlenflötzen.

Beim Pfeilerbau auf Steinkohlenflötzen sind zu unterscheiden geneigte Flötze von mittlerer Mächtigkeit, geneigte Flötze von grosser Mächtigkeit, flach liegende oder söhlige Flötze, welche letztere namentlich in England vorkommen. Der Pfeilerbau kann streichend, diagonal oder schwebend geführt werden, diese Unterschiede sind indess nur bei stärkerer Neigung von Belang, sie verschwinden fast ganz bei flach liegenden Flötzen. Da bei der Gewinnung von Steinkohlen die Förderung stets von der grössten Wichtigkeit ist, so lässt sich von vornherein einsehen, dass der diagonale und schwebende Bau an ein Maximum des Fallwinkels gebunden sind; eine solche Gränze hat der streichende Pfeilerbau nicht, welcher im Stande ist, sich sowohl jedem Fallwinkel, als auch jeder Veränderung des Fallens

anzupassen, z. B. den gerundeten Mulden- und Sattelformen; wie alle streichenden Betriebe muss er aber von Beachtung der vorhandenen Zerklüftung der Kohle absehen.

aa. Streichender Pfeilerbau.

Die Lagerstätte wird über einer Bausohle in ihrer streichenden Länge in Bauabtheilungen zertheilt, in welchen parallele streichende Oerter über einander, selten unter einander, aufgefahren werden; dieselben zertheilen die Massen in parallelepipedische Streifen, welche von der Baugränze aus rückwärts, und zwar die höchsten zuerst, nach dem Ausgangspunkte der Strecken verhauen werden (l'exploitation par massifs ou piliers longs); bei schwachem Fallen tritt zuweilen noch eine rechtwinkelige Durchörtetung der Pfeiler ein.

Die Erwägungen für die flache Höhe und Breite des Orts und des Pfeilers gelten allgemein für alle Arten des Pfeilerbaues und stehen auch in Zusammenhang mit der Grösse der Bauabtheilungen, wovon später die Rede sein wird. Die Ortshöhe muss stets so gross sein, dass man die beim Betriebe gelegentlich, sei es aus Bergmitteln, sei es beim Nachreissen der Förderbahn, besonders in schmalen Flötzen, fallenden Berge im Ortsraume versetzen kann, ohne die Förderung zu beeinträchtigen; dieser Versatz kommt stets an den einfallenden Stoss und liegt daher, je nach der Grösse des Fallwinkels, bald unter, bald neben der Förderbahn. An und für sich vermindern breite Oerter die Kosten des Betriebs, hohe hingegen werden nachtheilig, weil sie in Stösse abgesetzt werden müssen und die Stücke schlecht conserviren. Schmale Flötze, schwache Neigung, viele Bergmittel, gutes Nebengestein erfordern und gestatten grössere Ortshöhen, beziehungsweise Ortsbreiten; mächtige Flötze, geringe Bergmittel oder deren gänzliches Fehlen, starkes Fallen, gebräches Nebengestein bedingen geringere Ortshöhen, beziehungsweise Ortsbreiten. Aehnlich ist es für die Pfeiler. Zu schwache Pfeiler lassen den Druck vor Erreichung der Baugränze wirksam werden, vermindern den Procentfall an Stückkohlen, erheischen mehr Oerter zur Vorrichtung derselben flachen Höhe, vertheuern also die Gewinnung; zu hohe Pfeiler haben zwar weniger Oerter nöthig, erschweren aber den Abbau durch häufigeres Zubruchegehen, womit stets Verlust an Kohle verbunden ist, bei starkem Fallwinkel sind sie der Conservirung von Stückkohlen nachtheilig und machen die Arbeit gefährlich. Auf die Pfeilerhöhe wirkt noch die spätere Weise des Verhaues ein; erfolgt diese in schwebenden Abschnitten, was freilich nur bei flachem Fallen möglich ist, so kann die Pfeilerhöhe etwas vergrössert werden. Ebenso ist für die Oerter auch die Dauer der Aufrechthaltung, d. h. die Länge der Bauabtheilung, und hiermit indirect im Zusammenhange stehend die Stärke des Productionsquantums zu berücksichtigen[101]).

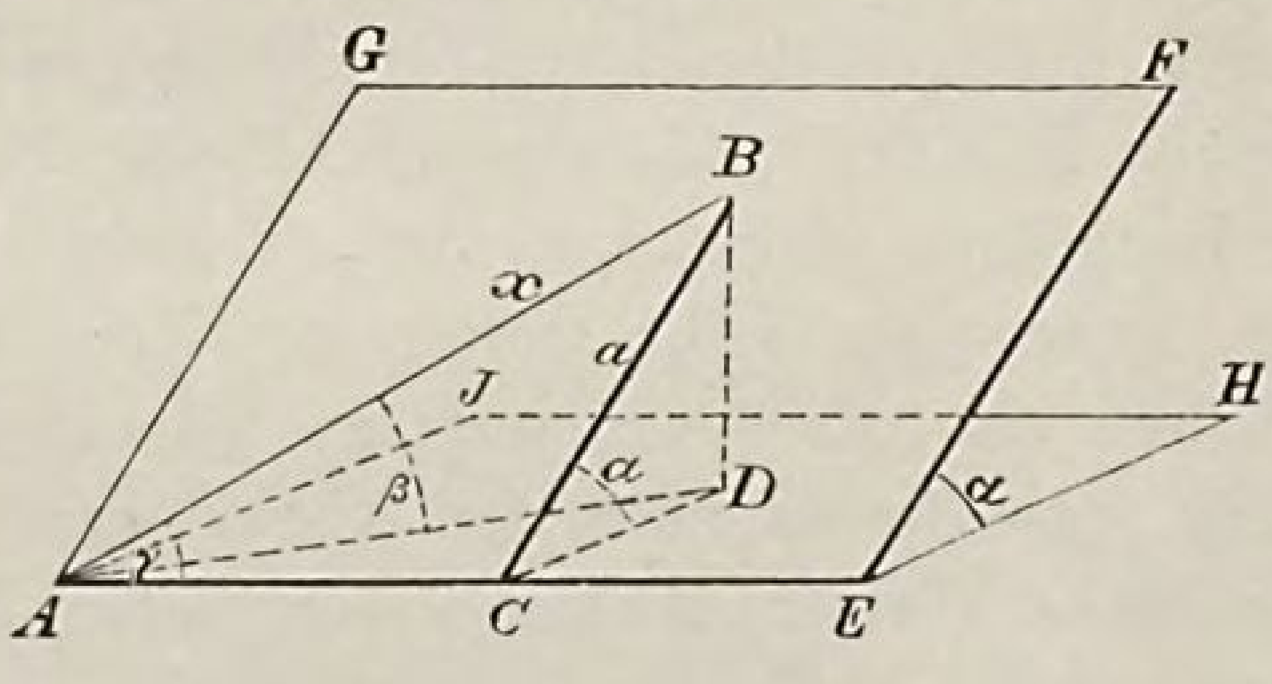
[101]) v. Oeynhausen und v. Dechen: Ueber den Steinkohlenbergbau in England in Karsten Archiv 1833. Bd. 6 S. 44.

Als Beispiele sind anzuführen: in Westfalen nimmt man die Oerter 3 bis 8, selten 10 Meter, die Pfeiler 4 bis 8, selten 10 Meter oder mehr; in der Gegend von Waldenburg die Oerter bis 1,5 Meter, die Pfeiler bei meist schwebendem Betrieb 16,75 bis 21 Meter; in Oberschlesien, wenn nicht etwa ganz schmal aufgefahren wird, die Oerter 2 bis 5,25 Meter, die Pfeiler 6,25 Meter; auf den Gruben bei Saarbrücken die Oerter 5,25 bis 6,25 Meter, die Pfeiler 10 Meter; im Königreich Sachsen die Oerter 1,5 bis 3 Meter, nur grössere Breite, wenn sich dieselbe durch die mit einbrechenden und zu versetzenden Berge wieder auf 3 Meter reduciren lässt, die Pfeiler bei gewöhnlich schwebendem Verhieb nicht über 21 Meter. Auf der Königin Luise Grube in Oberschlesien hat man die Höhe der Pfeiler bis auf 17 Meter vergrössert, wodurch nicht nur die Gewinnungskosten und die Kosten für die Unterhaltung der Abbaustrecken verringert sind, sondern auch der Stückkohlenfall vermehrt und ein reinerer Abbau erzielt wird[102]).

Das Ansetzen der oberen Oerter, welche über der Grundstrecke zu führen sind, bedarf besonderer Betriebe, wobei einerseits auf die für Steinkohlengewinnung so überaus wichtige Förderung, andererseits auf den Fallwinkel der Lagerstätte als massgebend Rücksicht zu nehmen ist. Solche Betriebe sind: diagonale Strecken, schwebende Strecken, welche einen besonderen Fall der diagonalen bilden, Bremsberge, tonnlägige Schächte, welche häufiger beim Bau über Stollnsohlen, auch unter Sohlenstrecken vorkommen, Rolllöcher, deren man sich für stärkere Neigungen und nur noch selten für Steinkohlenflötze bedient.

Der Neigungswinkel der diagonalen Vorrichtungsstrecken ist von der Art der Förderung abhängig. Wenn, was das einzig Richtige bei aus-

Fig. 275.



gedehntem streichenden Pfeilerbau ist, Förderwagen bis unmittelbar vor die Oerter gelangen und durch einen Fördermann bewegt werden, so ist 5 Grad die mittlere Neigung für Diagonalen; man kann bis 6 Grad gehen bei kleinen Förderwagen von 6 Centner Inhalt, kräftigen Förderleuten und kurzen Förderlängen; bei grossen Förderwagen von 10 bis 12 Centner Inhalt und grossen Förderlängen darf man nur 4 bis $4^1/_2$ Grad Neigung an-

[102]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26B. S. 372.

wenden in Saarbrücken geht man sogar nur bis $3^1/_2$ Grad. Diese Winkel erfordern übrigens das Hemmen der Räder bei der Abwärtsbewegung, da bei Holzgestänge $3^1/_2$ Grad, bei eisernen Schienen $1^1/_2$ oder schon $1^1/_8$ Grad zum freien Hinablaufen genügen.

Die Länge der Diagonale und deren Neigung, die mit derselben einzubringende Pfeilerhöhe und der Flötzfallwinkel stehen in bestimmtem Abhängigkeitsverhältniss[103]). In Fig. 275 bezeichnet AEFG die Flötzabtheilung, $FEH = \alpha = BCD$ den Fallwinkel des Flötzes, $AB = x$ die Länge der Diagonale, $BAD = \beta$ den Neigungswinkel der Diagonale gegen den Horizont, $BAC = \gamma$ den Neigungswinkel derselben gegen die Streichlinie des Flötzes, $BC = a$ die einzubringende Pfeilerhöhe. Aus den Dreiecken ergiebt sich:

$$BD = x \sin \beta$$
$$BD = a \sin \alpha$$
$$\overline{}$$
$$x \sin \beta = a \sin \alpha$$
$$x = \frac{a \sin \alpha}{\sin \beta}$$

d. h. bei constantem β ist x direct proportional sin a

Ferner findet sich:

$$a = x \sin \gamma$$
$$BD = a \sin \alpha = x \sin \gamma \, . \, \sin \alpha$$
$$BD = x \sin \beta$$
$$\overline{}$$
$$\sin \gamma \, . \, \sin \alpha = \sin \beta$$
$$\sin \gamma = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha}$$

d. h. bei constantem β ist $\sin \gamma$ umgekehrt proportional $\sin \alpha$.

Hiernach berechnet sich für eine Neigung der Diagonale (β) von 5 Grad:

für $\alpha = 10$ Grad	$x =$	1,992 . a
„ $\alpha = 15$ „	$x =$	2,969 . a
„ $\alpha = 20$ „	$x =$	3,924 . a
„ $\alpha = 25$ „	$x =$	4,837 . a
„ $\alpha = 30$ „	$x =$	5,736 . a
„ $\alpha = 40$ „	$x =$	7,375 . a
„ $\alpha = 50$ „	$x =$	8,789 . a
„ $\alpha = 60$ „	$x =$	9,936 . a
„ $\alpha = 70$ „	$x =$	11,080 . a
„ $\alpha = 80$ „	$x =$	11,290 . a
„ $\alpha = 90$ „	$x =$	11,470 . a

[103]) Lottner: Ueber die Grundsätze, welche bei dem Abbau der Steinkohlenflötze in Westfalen zu befolgen sind, in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 7 B. S. 287.

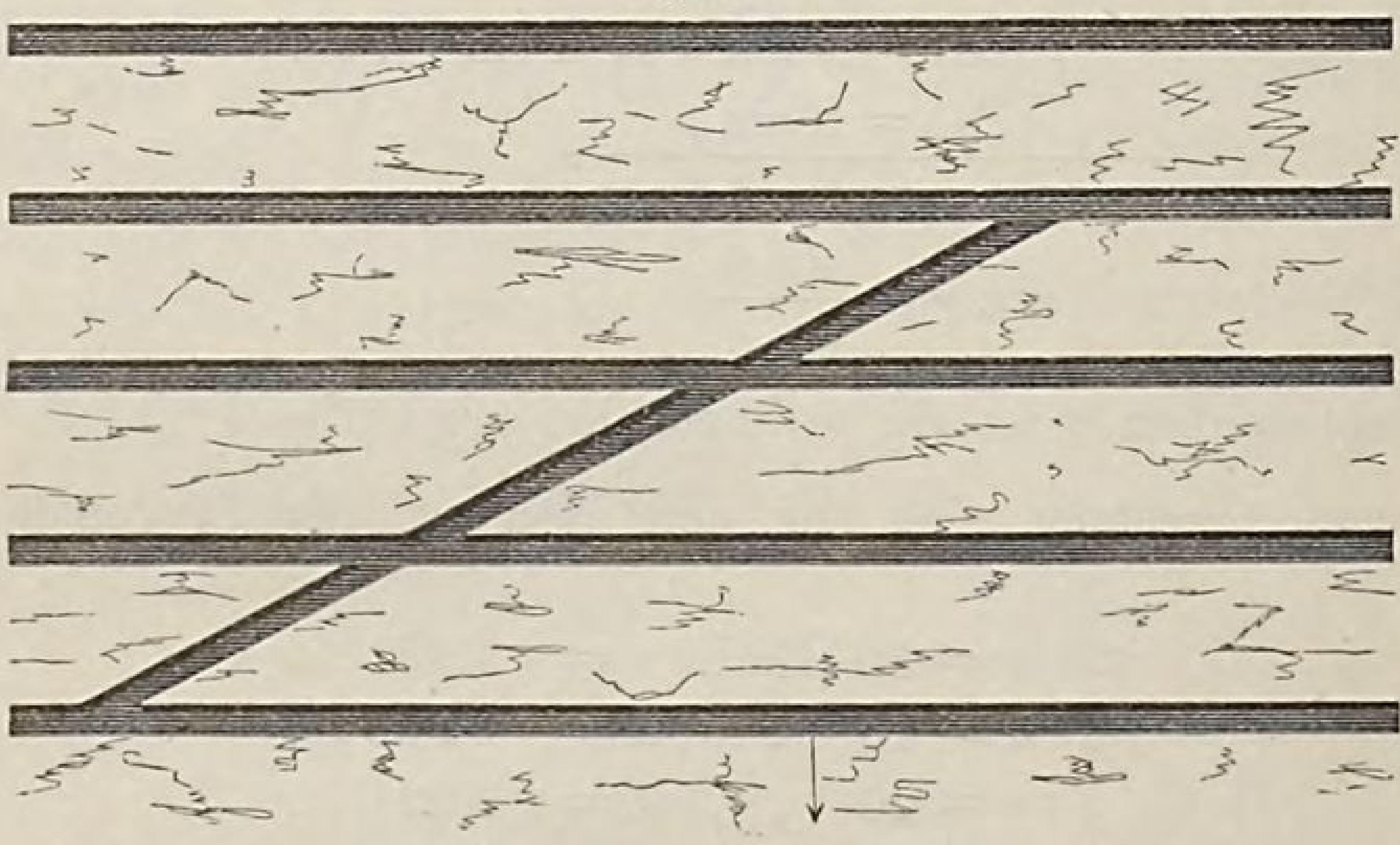
unter derselben Voraussetzung wird der Winkel γ

bei	6	Grad	Flötzfallen	= 56	Grad	29	Minuten
„	7	„	„	= 45	„	39	„
„	8	„	„	= 38	„	46	„
„	9	„	„	= 33	„	51	„
„	10	„	„	= 30	„	7	„
„	15	„	„	= 19	„	40	„
„	20	„	„	= 14	„	45	„
„	25	„	„	= 11	„	54	„
„	30	„	„	= 10	„	2	„
„	40	„	„	= 7	„	47	„
„	50	„	„	= 6	„	31	„
„	60	„	„	= 5	„	46	„
„	80	„	„	= 5	„	4	„
„	90	„	„	= 5	„	—	„

Hieraus ergeben sich die Nachtheile der Diagonalen bei etwas grösserer Flötzneigung, nämlich:

1. Erzeugung spitzer Winkel an den Punkten, wo die Diagonale mit den streichenden Vorrichtungstrecken zusammentrifft, woraus Schwierig-

Fig. 276.



keiten für das Anhauen der Oerter, Entblössungen des Hangenden auf grösseren Flächen, Druck auf die keilförmigen, selten ganz zu gewinnenden und nur Gruskohlen liefernden Stücke entstehen;

2. ungleiche Länge der Oerter bis zu den, gewöhnlich mehr oder weniger in der Falllinie liegenden Gränzen des Abbaufeldes, wodurch also Verschiedenheit in der Zeit bis zur Erreichung dieser Gränzen durch die Oerter entsteht, wovon wiederum der Beginn des Abbaues der Pfeiler abhängig ist; Fig. 276.

3. grosse Länge der Diagonalen, womit im Zusammenhange steht

4. die Nothwendigkeit, bei grösserer flacher Höhe des Baufeldes die Diagonale abzusetzen und rückführend zu treiben, theils um den Förder-

leuten einen Ruhepunkt zu bieten, theils weil bei mässigem Fallwinkel die Diagonale früher die im Streichen vorliegende, als die obere Baugränze erreichen würde. Bei 5 Grad Ansteigen der Diagonale, 20 Grad Flötzfallen, 250 Meter Länge des Baufeldes im Streichen, bringt die Diagonale nur 66 Meter flache Höhe ein; liegt hier die streichende Baugränze, so muss man von hier aus, besser aber noch früher, nach der entgegengesetzten Richtung ansteigend, d. h. rückführend auffahren. Je stärker der Fallwinkel, desto öfter sind die Diagonalen hin und her zu treiben, schliesslich fast für jedes Ort, desto weniger regelmässig lassen sich die Ortsbetriebe zu einander stellen, desto mehr Zeit vergeht überhaupt bis zum Ansetzen des höchsten Orts, beziehungsweise bis zur Bildung des höchsten Pfeilers, von dessen Abbau der aller tieferen abhängt.

Bei sonst regelmässigem Verhalten der Flötze und ausgedehnten Abbaufeldern sollten daher Diagonalen allein zur Vorrichtung oberer Oerter nur bei mässigem, 10 bis 15 Grad nicht übersteigenden Fallwinkel zur Anwendung kommen. Ausnahmsweise wendet man sie auch bei stärkerem Fallen für kurze Feldesmittel zwischen Störungen an, wo Bremsberge an sich nicht lohnend sind, auch die Durchfahrung der Störungen mit allen Oertern zu kostspielig sein würde.

Schwebende Strecken treten ein, wenn der Fallwinkel der Lagerstätte dem zur Förderung angemessenen gerade entspricht oder noch unter diesen herabgeht, obwohl es im letzteren Falle vortheilhaft ist, den streichenden Bau überhaupt zu verlassen. Derartige schwebende Strecken sind Bremsberge, Rolllöcher, tonnlägige Schächte.

Bremsberge (Bremsschächte, Bremswege, Bremsfallstrecken im Königreich Sachsen, plans automoteurs, self-acting inclined planes) kommen kaum anders als schwebend vor. Dieselben bieten den kürzesten Weg zum Ansetzen streichender Oerter dar, sie sind nicht gebunden an ein Maximum, wohl aber an ein Minimum des Fallwinkels, wo die relative Schwere des hinabzubremsenden Fördergefässes zur Ueberwindung der Hindernisse nicht mehr ausreicht. Für Fördergefässe von 8 Centner Inhalt ist bei hölzernem Gestänge eine zweckmässige Neigung 15 Grad, bei Flachsschienen 9 bis 10 Grad, bei vollkommeneren Schienen 6 bis 7 Grad, doch sind die Neigungswinkel auch abhängig von der Construction der Bremsmaschine und der Höhe des Bremsberges; als zulässiges Minimum kann man im Mittel 10 Grad ansehen, mithin einen Fallwinkel, unter welchen herab Diagonalen sich eignen, wodurch sich also die Anwendung der Letzteren in der Wirklichkeit sehr beschränkt. Diagonalen erhalten streichende Vorrichtungsstrecken stets nach beiden Seiten, bei Bremsbergen hingegen sind doppelt oder zweiseitig vorrichtende und einseitige zu unterscheiden; hiermit verknüpft sind auch die Unterschiede in der Bremsvorrichtung, weil dann auch zwei-, beziehungsweise einseitig und zwar aus verschiedenen Ortssohlen zu fördern ist, so dass auch Rücksichten auf die Förderung bei der Wahl der Vorrichtung concurriren. Am geeignetsten sind Bremsma-

schinen mit Gegengewicht, also mit einem Fördertrum; wenn diese zweiseitig vorrichten sollen, so muss das Gegengewicht unterlaufend sein, was immer etwas grössere Mächtigkeit erfordert, selbst wenn man das Gegengewicht sehr flach macht und in einem Schlitz des Liegenden laufen lässt; übrigens kann man auch durch niedrige Räder und enge Spur zu Hilfe kommen. Bei einseitiger Vorrichtung durch eintrümige Bremsberge kann das Gegengewicht an der von den Oertern abgewendeten Seite liegen; bei steilem Fallen lässt sich dann selbst von beiden Seiten her anschlagen d. h. zweiseitig vorrichten, wenn das Gegengewichtsseil unterhalb des Rundbaums hergeht, jedoch gilt dies Auskunftsmittel nur bei kurzen Mitteln und nicht grossem Betriebe. Es können Fälle vorkommen, wo man zweiseitig vorrichtende Bremsberge nicht mit unterlaufendem Gegengewicht herstellen kann, weil das Liegende von so gebrächer Beschaffenheit ist, dass man darin keinen Schlitz für das Gegengewicht anbringen darf. So hat man auf der Steinkohlengrube Luise bei Barop in Westfalen in einem zweiseitig vorrichtenden Bremsberge den Förderwagen auf ein gekröpftes Gestell gebracht, welches an seinem vorderen Theil so hoch steht, dass das Gegengewicht bequem unterlaufen kann, während der hintere Theil unmittelbar auf den Schienen des Bremsberges aufliegt. Um ein Passiren des Gegengewichts zu gestatten, ist die obere Leitschiene für den Förderwagen auf dem Gestell nach der Seite, auf welcher das Gegengewicht zu passiren hat, abgebrochen, so dass das Gegengewicht an dieser Stelle neben dem Gestell laufen kann. Um die Verbindung der Leitschienen auf dem Gestell mit dem Schienenstrang in der Abbaustrecke, aus welcher der Förderwagen aufgeschoben werden soll, herzustellen, dient eine eiserne Gabel, welche die abgebrochene Leitschiene des Gestelles umfasst und am andern Ende in die betreffende Schiene in der Abbaustrecke eingehakt und nach dem Auffahren des Förderwagens wieder bei Seite gelegt wird. — Zweitrümige, immer zweiseitig vorrichtende Bremsberge haben scheinbar den Vortheil, in derselben Zeit das doppelte Förderquantum zu beschaffen; dies ist auch richtig, wenn in beiden Fällen nur aus einem Ort gefördert wird, also der Zweck der Vorrichtung fortfällt; auch liegt bei flachem Fallen ein gewisser Vortheil darin, dass das Uebergewicht des herabgehenden gegen das aufgehende Fördergefäss grösser ist. Dagegen ist das Fördern aus verschiedenen Oertern sehr unbequem, wozu man den Rundbaum mit 2 Trommeln versehen muss, von denen die eine beweglich ist, um das eine Seil oder die eine Kette verlängern und verkürzen zu können, was sehr zeitraubend ist. Die Differenz zwischen den Seillängen muss hierbei im Allgemeinen gleich dem Abstande der Anschlagesohle vom tiefsten Orte sein. Auch ist bei dieser Methode erforderlich, dass stets von beiden Seiten dasselbe Kohlenquantum zum Abbremsen gelangt, was aber nicht immer möglich ist. Weil die zweitrümigen Bremsberge breiter sein müssen, als die eintrümigen, so entblössen sie das Hangende mehr, erfordern also einen

stärkeren Ausbau, dagegen sind sie bei geringerer Mächtigkeit der Lagerstätte anwendbar.

An den Punkten, wo die Ausrichtungsquerschläge die Flötze durchfahren haben, und wo die Gewinnung zu beiden Seiten des Querschlags sich im Streichen ausdehnt, werden von der Grundstrecke aus zweiseitig vorrichtende Bremsberge zur Vorrichtung der ersten Bauabtheilung jederseits aufgefahren, wobei die Gränze der Sicherheitspfeiler für jene Querschläge zu beachten und die Oerter innerhalb derselben nur schmal aufzufahren sind. Liegen Gründe selbst gegen eine solche Durchlöcherung vor, so nimmt man zwei einseitige Bremsberge an den Gränzen der Sicherheitspfeiler, wenn man diese nicht überhaupt ihrer Einfachheit wegen vorzieht. Hierbei ist noch zu bemerken, dass, wenn die Querschläge vom Liegenden zum Hangenden gehen, im äusserst hangenden Flötze für die Querschläge ein Sicherheitspfeiler nicht nothwendig ist. Wenn das Flötzverhalten bekannt ist, so lassen sich für die folgenden Bauabtheilungen zweiseitige Bremsberge nicht billigen, denn man müsste unnöthiger Weise mit der Grundstrecke in forcirtem Betriebe als Feldort vorausgehen und büsste dadurch an Zeit ein, ausserdem erhielte man eine Rückförderung für die aus der vorhergehenden Bauabtheilung zurückgetriebenen Oerter, obwohl diese Gründe an Erheblichkeit verlieren, je weniger lang im Streichen die Bauabtheilungen zu jeder Seite des Bremsberges genommen werden. Im Allgemeinen ist die einseitige Vorrichtung die zweckmässigere. Diese Grundsätze gelten indess nur für regelmässige und grosse Abbaufelder. Anders gestaltet es sich, wenn die Grundstrecke bereits als Feldort vorausgetrieben ist; wenn es sich um Herstellung möglichst zahlreicher Gewinnungspunkte handelt; wenn bei gerundetem Schichtenbau der neue Bremsberg in eine Muldenlinie oder in die Nähe einer solchen fallen würde; wenn zwischen natürlichen Baugrenzen Feldesmittel vorzurichten sind, deren Länge grösser ist, als für einen und kleiner als für zwei einseitige Bremsberge angemessen sein würde; wenn das Flötzverhalten überhaupt nur geringe Ortslängen gestattet, daher zur möglichsten Concentrirung des Abbaues zwingt und die Anlagekosten des Bremsberges gedeckt werden müssen, da zwei einseitige mehr kosten als ein zweiseitiger. Dann verschwinden aber auch die Nachtheile in Betreff des Umförderns und des Voraustreibens des Feldortes, während die übrigen für die zweiseitige Förderung bestehen bleiben, wenn nicht ein unterlaufendes Gewicht vorhanden ist.

Die Dimensionen der Bremsberge sind abhängig davon, ob sie ein- oder zweitrümig, ob mit unterlaufendem oder seitlichem Gegengewicht hergestellt werden sollen, ferner vom Fallwinkel insofern, als stärkeres Fallen Gestelle für die Förderwagen erfordert, um dieselben in der Richtung des Streichens aufzuschieben. Je geringer die Dimensionen sind, desto haltbarer sind die Bremsberge herzustellen, so dass gebräches Dachgestein auch zweitrümige Bremsberge widerrathen kann. Endlich ist noch zu berücksichtigen, ob die Fahrung im Bremsberge selbst stattfindet oder nicht,

das letztere ist im Allgemeinen besser; als Grundsatz muss gelten, dass die Belegschaft niemals durch den Bremsberg zu passiren hat, wovon höchstens bei ganz flachem Fallwinkel abgegangen werden kann. Wenn ein besonderes Fahrtrum vorhanden ist, so liegt es an der Seite der Oerter, so dass ein zweiseitiger Bremsberg eigentlich auch zwei Fahrtrümer haben müsste; das Verschlagen der Fahrtrümer gegen das Fördertrum ist zur Sicherheit der Arbeiter erforderlich, besser aber ist es vom Bremsberg ganz getrennte Fahrüberhauen, bei zweiseitigen Bremsbergen zu jeder Seite eins, anzulegen, welche auch zum Breithauen der Oerter dienen können.

Die Herstellung der Bremsberge ist bei flachem Fallen dem Streckenbetrieb ähnlich, bei starkem Fallen geht man zweckmässig mit einem Ueberhauen vor, um gleichsam die Beschaffenheit der Lagerstätte zu untersuchen, und erweitert dasselbe von Oben nach Unten, wodurch für die Arbeiter grössere Sicherheit geboten ist. Beim Vorhandensein schlagender Wetter ist die Regel abzuhauen oder abzuteufen; nur ausnahmsweise, wenn eine obere Sohle fehlt, muss man von Unten aufhauen, dann aber kräftige Apparate zur Zuführung frischer Wetter anwenden; auch treibt man in solchem

Fig. 277.

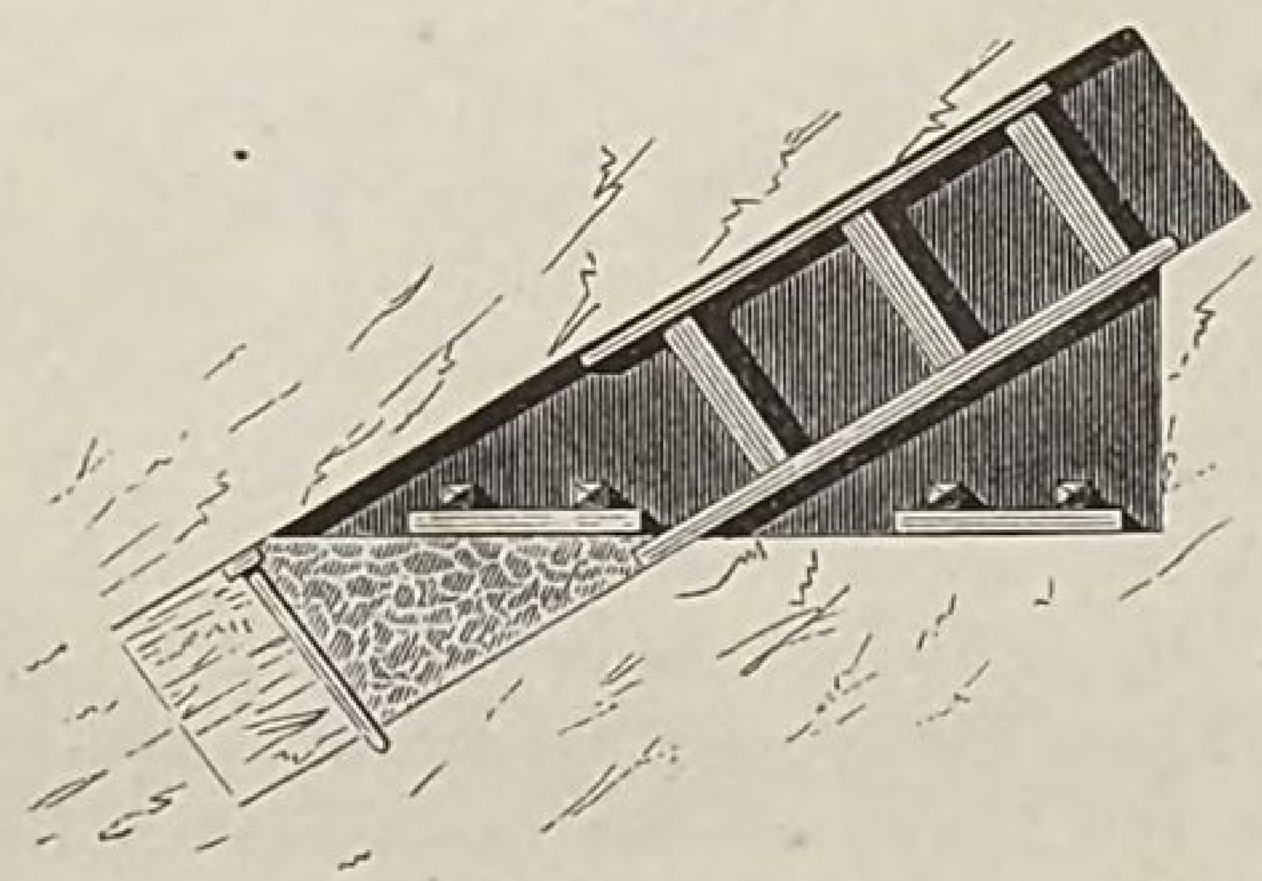
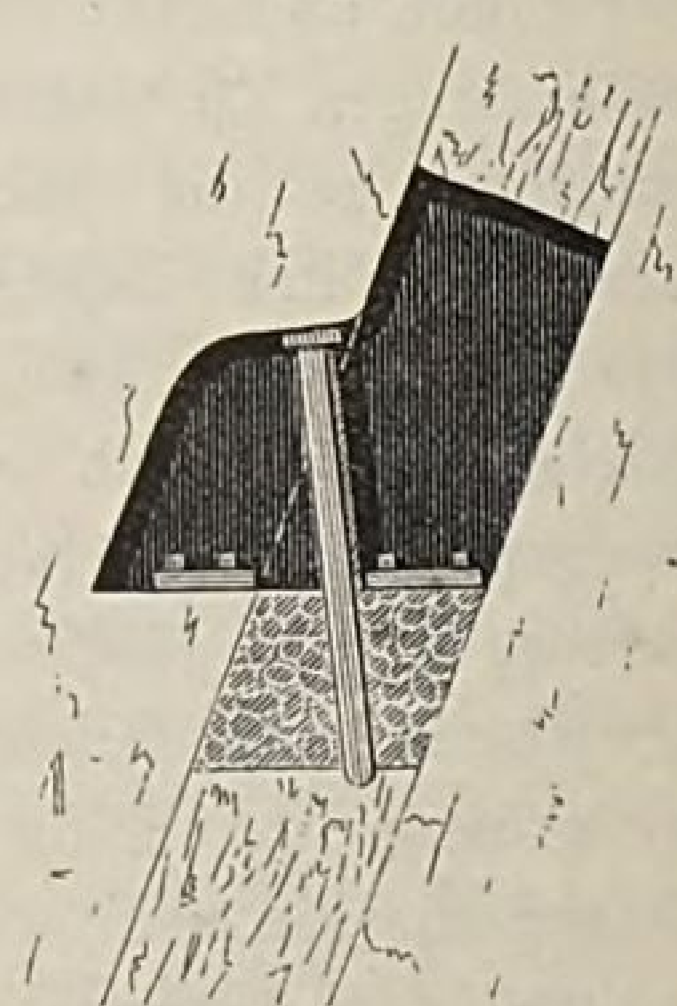


Fig. 278.



Falle zwei Ueberhauen nebeneinander, die man von Zeit zu Zeit streichend verbindet. Bei starkem Fallen hat man vorzugsweise, wenn dies auch in allen Fällen zu geschehen hat, auf gleichmässige Neigung zu sehen, wobei man die Controle wie bei tonnlägigen Schächten bewirkt. Zimmerung wird je nach der Beschaffenheit des Daches nach Bedürfniss eingebracht; da die Bremsberge längere Zeit offenbleiben, muss man bei der Zimmerung sorgfältig zu Werke gehen.

Zur Sicherung der Fahrung und Förderung in der Grundstrecke setzt man den Bremsberg nicht unmittelbar aus dieser in seiner normalen Richtung an, sondern geht mit einer kurzen Diagonale aus der Grundstrecke in die Richtung des Bremsberges oder setzt diesen aus dem zweiten Orte an, wobei dann aber auch noch eine Diagonale bis zur Grundstrecke erforderlich ist. In anderen Fällen macht man Umbruchsorte, die bei flachem

Fallen und grosser Mächtigkeit in das Kohl am Hangenden gelegt werden, indem der Bremsberg nur in einem Theile der Kohle steht, oder man legt sie ins Gestein; in noch anderen Fällen bringt man am Fuss des Bremsberges Schutzbühnen an, durch welche das herabkommende Fördergefäss von der Grundstrecke abgehalten wird, Fig. 277. 278.

Die Verbindung von Bremsbergen mit Diagonalen erfolgt in der Art, dass zu Gunsten der Förderung nur ein um das andere Ort direct im Bremsberge angehauen und für das Zwischenort eine Diagonale angelegt wird. In ähnlicher Weise verfährt man bei Theilung von Pfeilern, welche durch Abnahme des Fallwinkels zu stark geworden sind; im entgegengesetzten Falle überspringt man ein Ort. Wenn die ganze flache Höhe zu

Fig. 279.

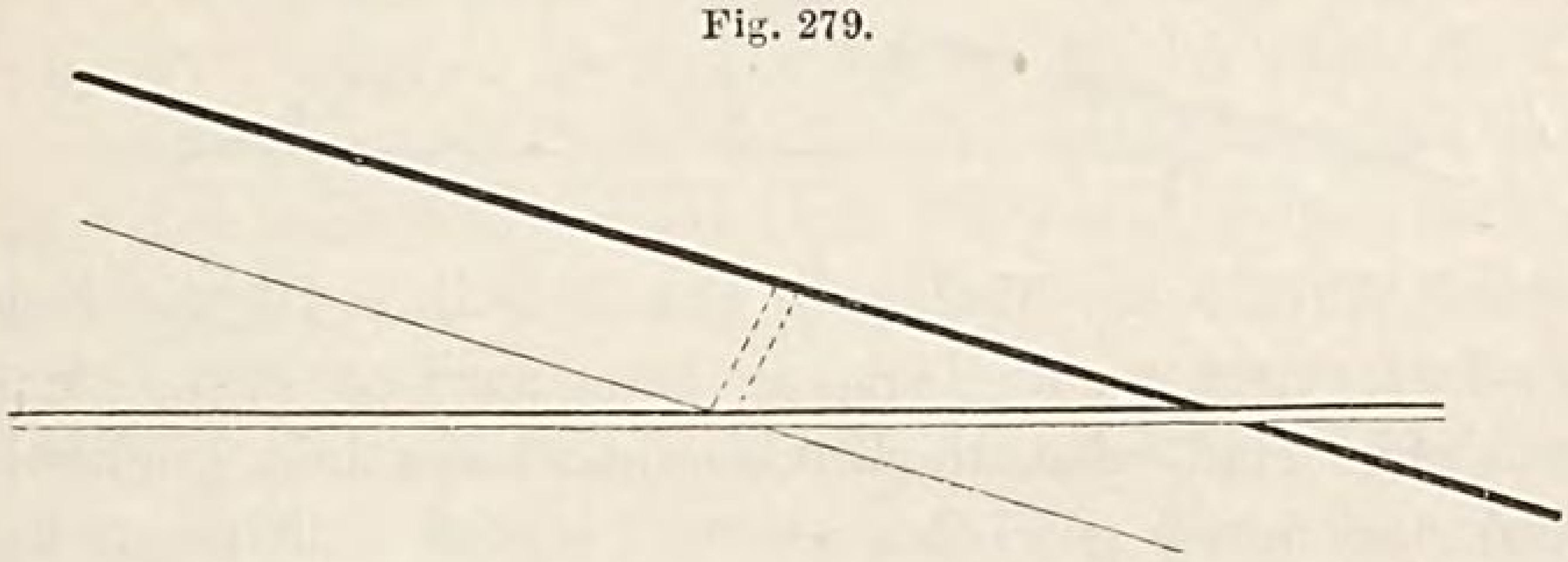
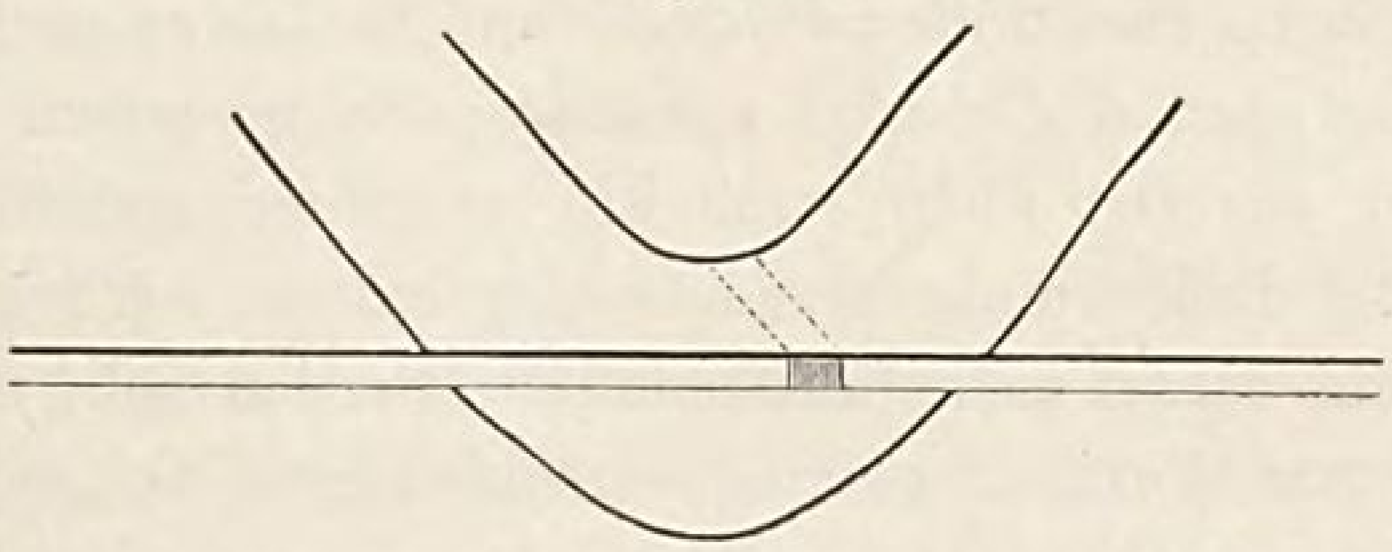


Fig. 280.



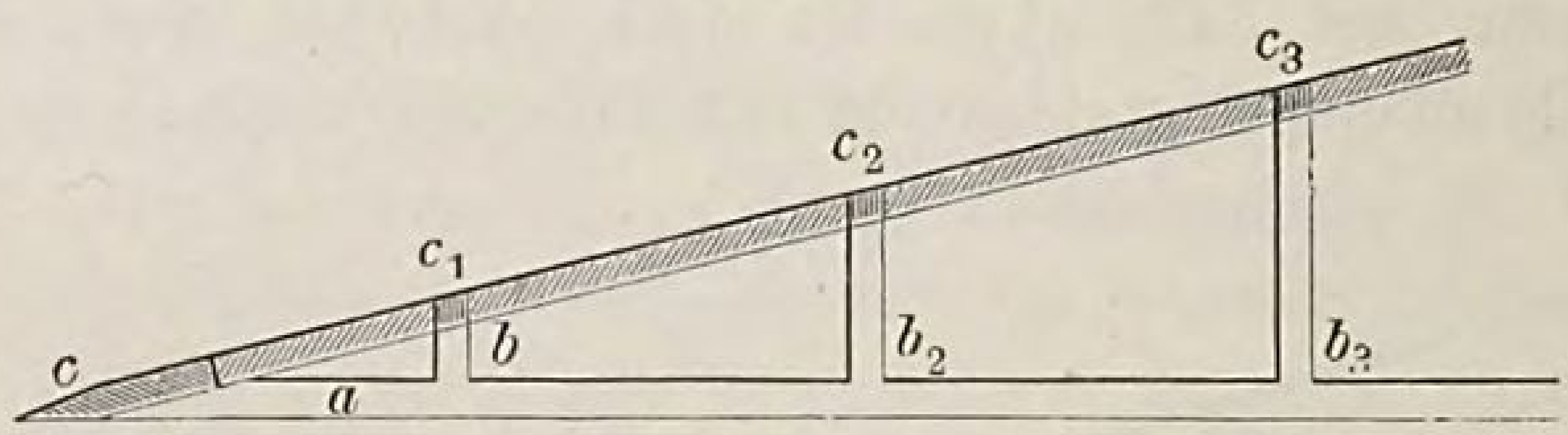
gross geworden ist, legt man zwei Bremsberge übereinander mit einem Theilungsort an, wo der obere Bremsberg dem unteren zufördert, was aber wohl nur bei geringem Fallen vorkommt, denn Bremsberge erhalten bei starker Neigung nicht leicht über 84 bis 105 Meter, bei schwacher 125 bis 146 Meter Höhe. Zur Theilung der Bauhöhe benutzt man auch wohl Bremsberge im Quergestein, was ein gutes Auskunftsmittel ist, wenn man flachfallende, nahe zusammenliegende Flötze zu bauen hat und die Ausrichtungsquerschläge vom Liegenden herankommen, Fig. 279, auch wenn bei gefaltetem Schichtenbau unterfahrene Mulden zu lösen sind, Fig. 280. Solche Bremsberge dienen allerdings nur zur Förderung, zur Vorrichtung nur insofern, als aus ihnen Theilungsörter angesetzt werden.

Seigere Bremsschächte werden bei dem Steinkohlenbergbau im Plauen'schen Grunde angewendet z. B. bei Zaukeroda, wo die Hauptstrecken in dem 6,277 bis 8,396 Meter mächtigen Flötze 84 Meter flach oder 25 Meter seiger auseinander liegen und Bauabtheilungen von 314 Meter Länge durch schwebende Strecken abgetheilt werden. Von der unteren Hauptstrecke c aus geht ein Querschlag a ins Liegende, zu dem von jedem

der 9 zwischen zwei Hauptstrecken liegenden Abbauörter c_1 c_2 c_3 . . . ein seigerer Bremsschacht b_1 b_2 b_3 . . . führt, Fig. 281. Aehnliche Anlagen hat man auch für die Förderung allein bei dem Strebbau auf dem Mansfelder Kupferschieferflötze[104]).

Rolllöcher sind ebenfalls schwebende Vorrichtungsbaue, die sich von den Bremsbergen nur durch die Art der Förderung unterscheiden, indem die gewonnenen Kohlen einfach in ihnen abgestürzt werden und von den oberen Oertern zur Grundstrecke herabrollen. Das Minimum der Nei-

Fig. 281.



gung für die Rolllöcher ist 30 bis 35 Grad, weil sonst die Kohlen nicht mehr von selbst rutschen; die Neigung kann geringer sein, wenn die Rolllöcher unten offen sind, also die Kohle ohne Aufenthalt hindurchrollt, sie muss grösser bei unten geschlossenen und gefüllt gehaltenen Rollen sein, weil die Kohle hier beim jedesmaligen Oeffnen aus der Ruhe sich in Bewegung setzen muss. Die Rollen führen zum Zerkleinern der Kohlen, was mit der Höhe und dem Fallwinkel zunimmt; sie gestatten auch das Sortiren der Kohlen vor Ort nicht, weil die verschiedenen Sorten beim Abstürzen durch die Rolle nicht auseinandergehalten werden können. Ein Rollloch lässt sich, wenn es gefüllt gehalten werden soll, nur mit grossen Schwierigkeiten zur Förderung aus verschiedenen Ortssohlen benutzen; stürzt man aber von Ortssohle zu Ortssohle ab, so wachsen die Kosten, wogegen offene Rollen allenfalls auf die ganze Höhe des Baufeldes durchgehen können. Oft bleibt nichts übrig, als für jedes Ort eine besondere Rolle zur Grundstrecke anzulegen, wodurch aber die Förderung complicirt wird. Bei schwachem Fallen bekleidet man das Liegende mit Bohlen, damit die Kohlen besser rutschen und nicht verunreinigt werden, aus letzterem Grunde auch wohl das Hangende, das ganze Rollloch einschliesslich der Stösse auch wohl dann, wenn an sich Zimmerung nach Art des Viergespanns nothwendig wird. Man hat auch vorgeschlagen, die Rollen aus eisernen 314 Millimeter weiten, mittelst Muffen an einander gefügten Röhren herzustellen. Die Anwendung der Rolllöcher bleibt beim Steinkohlenbergbau immer Ausnahme für kurze, nicht zu hohe Feldesmittel; für stärkere Fallwinkel; für Kohle, deren Grus sich zur Verkokung eignet; für schmale und steilfallende Flötze; für Kohle, welche wenig oder gar nicht in Stücken bricht; dagegen ist sie ganz am Ort bei Gewinnung von Eisenstein.

[104]) Allgem. berg- u. hüttenm. Zeitung v. Dr. Hartmann. Quedlinburg 1860. S. 367.

Auf den Steinkohlengruben bei Saarbrücken[105]) hat man Rolllöcher von 21 bis 63 Meter Höhe, denen ein Feld von 63 bis höchstens 126 Meter Länge zugewiesen wird; sie erhalten eine Breite von 2,615 Meter, die übrigen Dimensionen richten sich nach der Mächtigkeit des Flötzes, ein 654 Millimeter breiter Fahrschacht wird mittelst einer Stempelreihe abgetheilt. Am Fusse sind die Rollen verschlossen und an dieser Stelle die Grundstrecken etwas erweitert, damit der Förderwagen unmittelbar unter den Verschluss der Rolle fahren kann. Auch bei dem Saarbrücker Steinkohlenbergbau verschwinden die Rollen immer mehr und mehr.

Tonnlägige Schächte setzen im Ganzen auch ein nicht zu flaches Fallen voraus, sie dienen zur eigentlichen Vorrichtung nur über Stollnsohlen und allenfalls als blinde Schächte oder Gesenke unter Tage für nicht zu grosse streichende Längen. Auch hier besteht die Schwierigkeit, aus verschiedenen Ortssohlen zu fördern; wenn man nicht jedes Mal das Seil verlängern oder verkürzen will, muss man Hängeseil geben, was gefährlich ist. Die Schwierigkeit lässt sich nur umgehen, wenn man einträmig fördert und das leere Gefäss unter Anwendung einer Bremse zurückbringt, welches Auskunftsmittel indess nur selten angewendet wird. Sie können immer nur für eine Bauabtheilung benutzt werden, da die folgende entweder einen neuen Schacht haben oder auf andere Weise vorgerichtet werden muss; eben so muss, wenn mehrere Flötze gebaut werden, jedes einen solchen Schacht haben, wenn die Verbindung nicht durch kurze Querschläge hergestellt werden kann.

Tonnlägige Tiefbaue und ebenso blinde einfallende Strecken, welche stets besser, als Diagonalen, sind, erfordern eine regelmässige Sohlenbildung, wobei man allerdings Mittelsohlen anwenden kann; sonst bedient man sich der gewöhnlichen Vorrichtung. Directes Ansetzen der Oerter aus dem Schachte bringt diesen, wenn das Feld im Streichen lang ist, auf die Dauer leicht in Druck, ist auch nur für die erste Bauabtheilung neben dem Schachte und in dem einen Flötze, in welchem der Schacht steht, möglich. Dabei ist noch zu berücksichtigen, dass viele Anschlagepunkte mit dem regelmässigen Maschinenbetriebe auf solchen Schächten unvereinbar sind. Daher wird man die tonnlägigen Schächte nur in den seltensten Fällen zur Vorrichtung der Flötze unmittelbar benutzen.

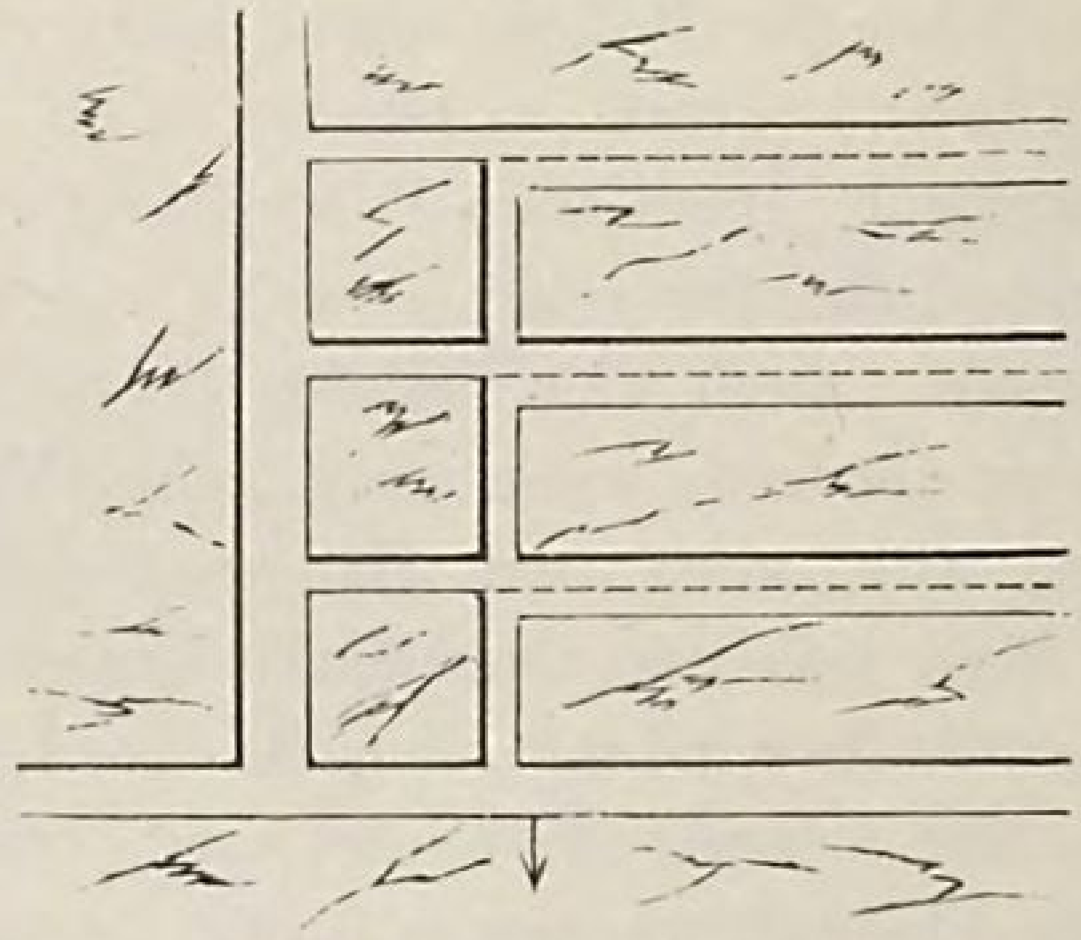
Die Bildung der Oerter aus einem seigeren Schacht wird wohl nur über Stollnsohlen angewendet, erscheint ganz local und setzt nicht zu schwaches Fallen voraus; das Verfahren erinnert im Kleinen an die Bildung von Tiefbausohlen, indem vom Schachte aus für jedes Ort Querschläge bis zum Flötz getrieben und dann die Oerter angesetzt werden; auch fasst man wohl in solcher Weise nur einige Oerter und richtet die anderen durch Diagonalen vor. Jeder Schacht ist nur für eine Bauabtheilung zu benutzen,

[105]) Max Nöggerath: Der Steinkohlenbergbau des Staates zu Saarbrücken in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 3. S. 164.

die neue Bauabtheilung erfordert auch einen neuen Schacht; daher findet sich bei Stollngruben, namentlich bei älteren mit Haspel- oder Göpelförderung, ein rascher Wechsel der Förderpunkte, wodurch ein charakteristischer Unterschied gegen die Tiefbaugruben entsteht.

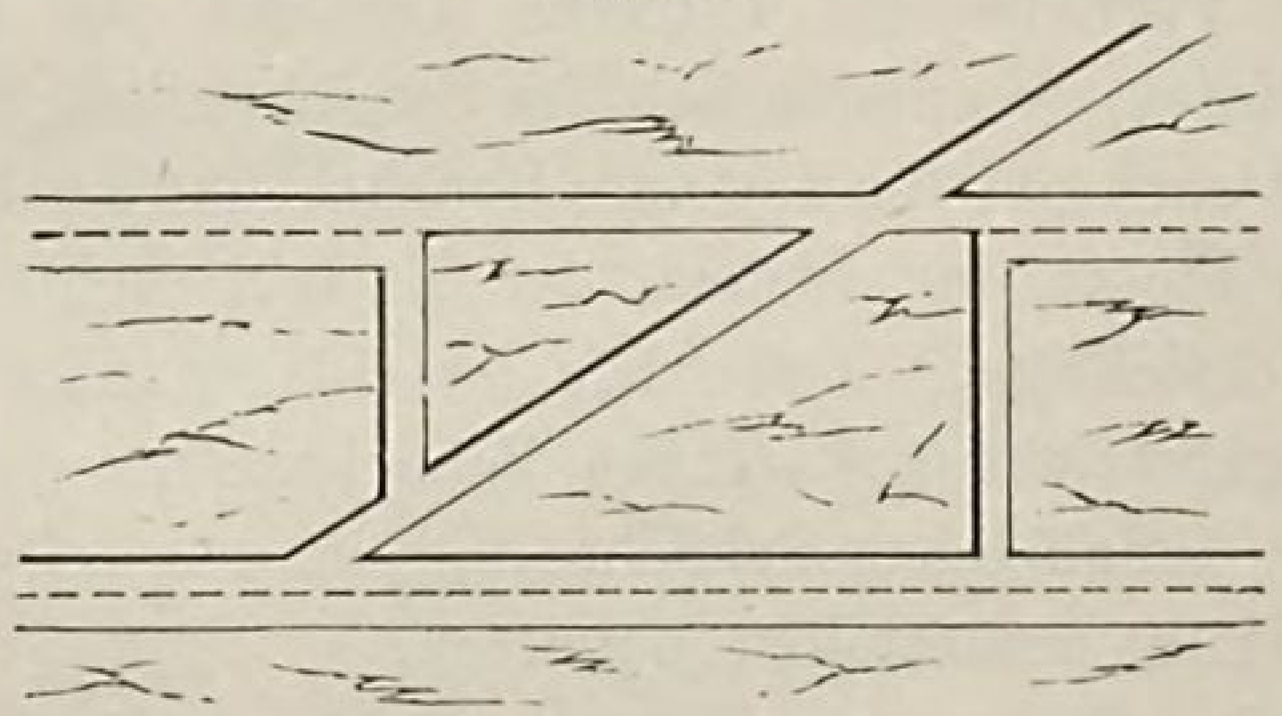
Die Vorrichtung von Flötzgruppen aus einem der Flötze, welches Bremsberge oder andere Vorrichtungen, Hauptförder- und Wetterstrecken besitzt, erfolgt mittelst kurzer Förderquerschläge, wenn man nicht

Fig. 282.



jedes Flötz durch ein System von Vorrichtungsstrecken vom Hauptquerschlage aus vorrichten will, was entschieden besser, aber auch theurer ist; jenes Verfahren wird sich in der Regel nur lohnen bei nicht zu schwachem Fallen der Flötze und nicht zu grosser Mächtigkeit der Zwischenmittel. Am besten steht der Bremsberg im liegendsten Flötze, damit er nicht durch die im Liegenden umgehenden Betriebe zu Bruche gebaut werde.

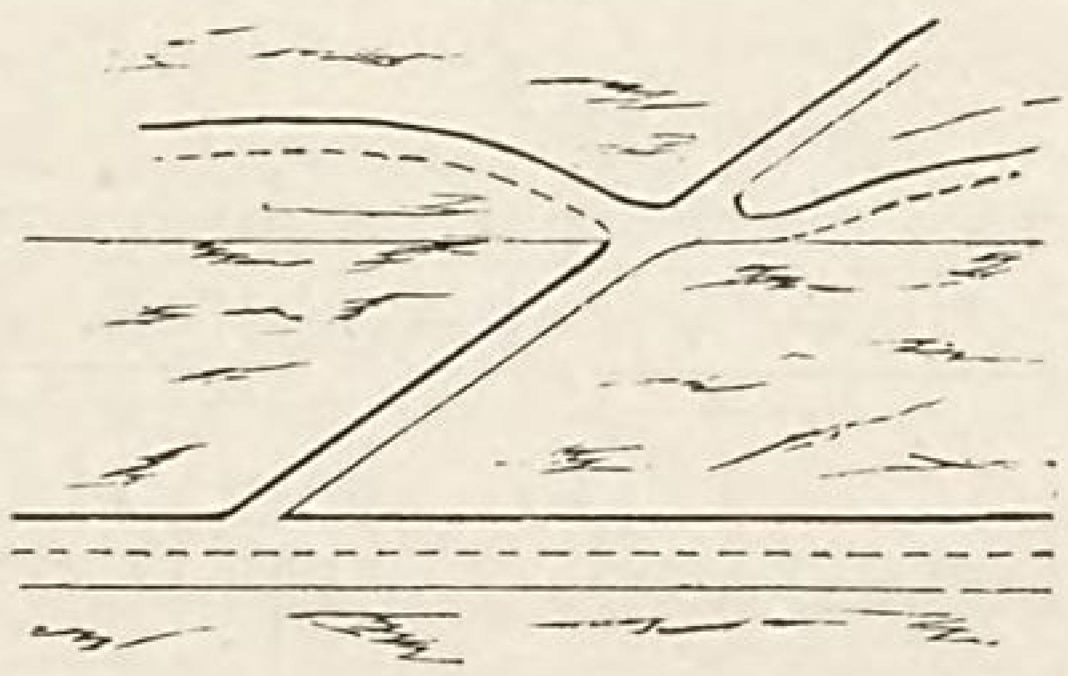
Fig. 283.



Betrieb der Abbauörter. Die Abbauörter werden aus dem Bremsberge, aus der Diagonale u. s. w. in dem Maasse in den gewählten Entfernungen von einander angesetzt, als der Betrieb der Vorrichtungsstrecken fortschreitet, um nach Vollendung der letzteren alsbald mit dem Abbau der Pfeiler von Oben nach Unten beginnen zu können. Zunächst fährt man die Oerter bis zu einer Länge von höchstens 10 Meter, was von der Natur der Lagerstätte abhängig ist, schmal auf. Das Breithauen erfolgt entweder am untern Stoss mit Hilfe von kleinen Durchhieben in der Richtung des Fallens, welche nachher zu Fahrüberhauen verlängert werden, Fig. 282 und

283, oder durch Ansteigen mit der Förderbahn im oberen Stoss, welches Mittel gern bei Diagonalen in stark geneigten Flötzen angewendet wird, Fig. 284. In mächtigen Flötzen stehen die Abbauörter nur in einem Theile der Mächtigkeit; wo man dabei Kohle anbaut, ob im Hangenden oder Liegenden, richtet sich theils nach der Beschaffenheit der Flötzpacken in Bezug auf Druck, theils nach geeigneten Schramlagen, theils nach dem Verhalten des Nebengesteins. Breite Oerter in flachfallenden, schmalen Flötzen erhalten einen strebartigen Betrieb, wobei man den Arbeitsstoss in die Richtung der Schlechten stellt; hohe Oerter in stehenden (schmalen) Flötzen treibt man firstenartig in Stössen, etwa 3 Meter hohe Oerter in

Fig. 284.

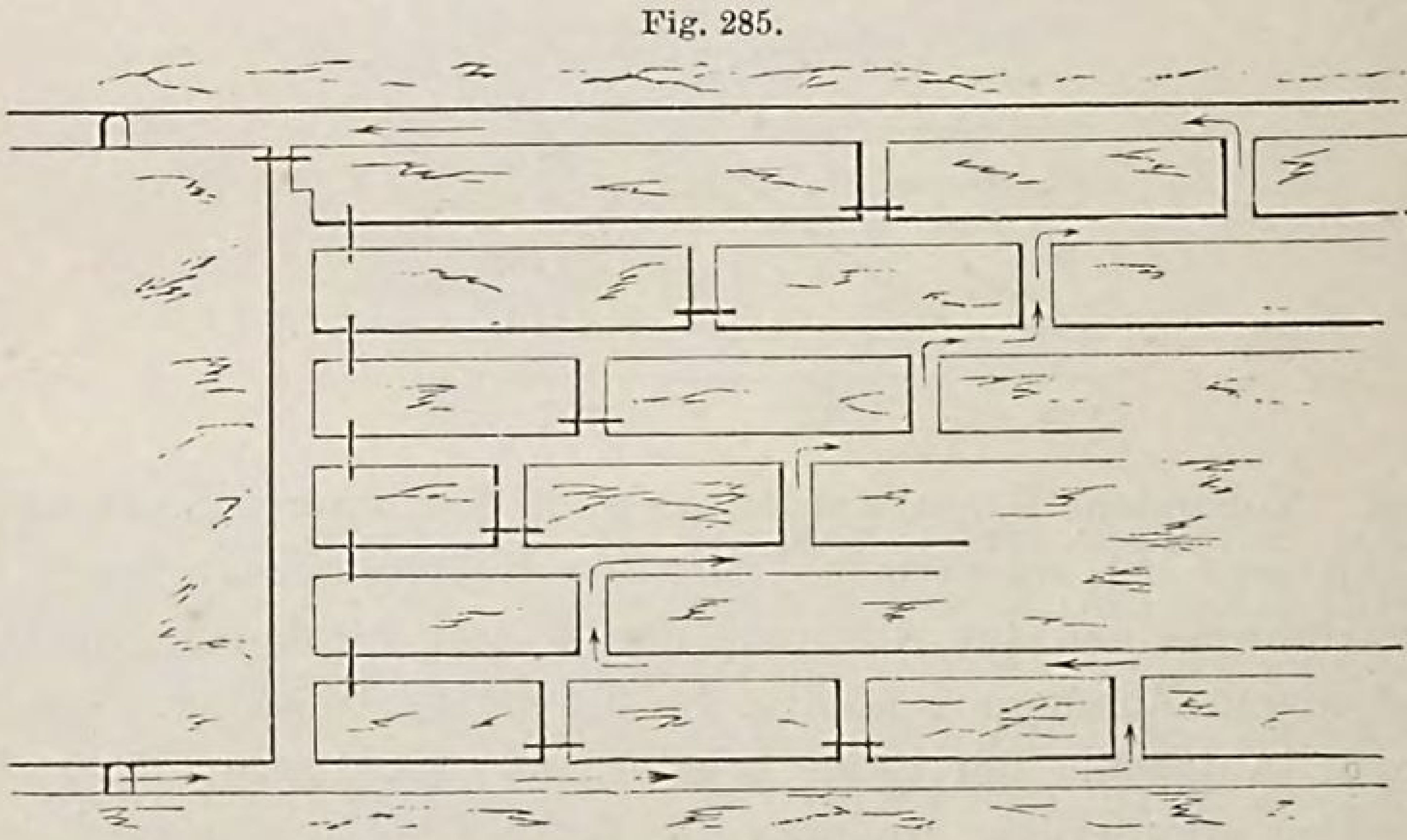


2 Stössen. Vohandene Berge werden stets in den unteren Stoss verpackt; damit kann man bei schwachem Fallen die Bildung eines offenen Kanals zur Wetterführung und zur Ableitung der Wasser verbinden. Bei starkem Fallen ist hierzu Zimmerung nöthig, die für geringe Mächtigkeit in Brückhölzern zur Aufnahme der Berge besteht, für mächtigere Flötze aber ist Stempelschlag erforderlich, wodurch der Betrieb kostspielig wird, was indess oft, namentlich bei Vorhandensein vieler Wasser nicht zu umgehen ist.

Die Wetterführung in dem Abbaufelde wird bewirkt durch rechtwinkelige Durchhiebe, welche in bestimmten regelmässigen Entfernungen von Ort zu Ort durch die zwischen liegenden Pfeiler und zwar gleichzeitig mit den Oertern, nicht erst beim Mattwerden der Wetter betrieben werden; sobald ein neuer Durchhieb hergestellt ist, wird der vorhergehende gegen den einziehenden Wetterstrom verblendet, Fig. 285. Die Wetter werden von Ort zu Ort aufwärts bis in die höhere Sohlenstrecke geleitet, welche beim geregelten Betriebe stets vorauszusetzen ist und offen gehalten werden muss; über Stollnsohlen muss vom höchsten Abbauorte aus ein Tagesüberhauen zur Oberfläche führen, um die ausziehenden Wetter abzuleiten. Man hat darauf zu sehen, namentlich beim Vorhandensein schlagender Wetter, dass die Arbeitspunkte direct vom Wetterstrom bestrichen werden, was man durch Anlage eines geräumigen Wetterkanals oder durch einen Verschlag oder Streckenscheider (brattice bei den Engländern), den man von Durchhieb zu Durchhieb fortsetzt, erreichen kann; die Scheider sind indess nur bei schwachem Fallwinkel gut anwendbar, weil sie bei starkem Fallen nur im oberen Stosse angelegt werden können und dann den Raum zur Förderung beengen. Es wird auf diesen Punkt noch zurückzukommen sein.

Die Grösse der Bauabtheilungen ist nach der flachen Höhe über Stollnsohlen fast der Bestimmung entzogen, bei Tiefbausohlen ist sie einigermassen in das technische Ermessen gestellt und hängt von der Wahl der Sohlenteufen ab; hinsichtlich der streichenden Länge ist sie willkürlich, insofern nicht natürliche Baugränzen, wie Verwerfungen oder Markscheiden vorliegen. Bestimmende Momente sind: die Flötzmächtigkeit; der Druck der Kohle; die Beschaffenheit des Nebengesteins im Hangenden und Liegenden, namentlich das Aufquellen des Liegenden; die Einwirkung auf die Qualität der Kohle, wenn die vorgerichteten Pfeiler lange stehen; die Kosten der neuen Vorrichtungsanlage für ein folgendes Baufeld; bei bedeutendem Förderquantum die Erzielung eines möglichst constanten Verhält-

Fig. 285.



nisses der vor Oertern und Pfeilern gewonnenen Mengen. Die Länge ist daher geringer zu nehmen bei mächtigen Flötzen, druckhaftem Nebengestein, leicht verwitternder Kohle, niemals aber so lang, dass die Zimmerung in den Oertern einer Auswechselung bedarf oder die Pfeiler in Druck gerathen, was Vermehrung der kleinen Kohle zur Folge hat. Niemals ist auch eine grössere Fläche vorzurichten, als den muthmasslichen Bedürfnissen des Debits entspricht, weshalb man bei schwachem Absatz wohl nur zunächst die oberen Oerter treibt. Deshalb ist das Verfahren auf den Gruben bei Kladno in Böhmen[106]), wo man sehr grosse Felder zugleich in Vorrichtung und Abbau nahm, nicht zu empfehlen, obwohl dasselbe auch an anderen Orten vorkommt. Bei mittlerer Mächtigkeit des Flötzes und mässig gutem Nebengestein ist die Länge der Bauabtheilungen von 250 bis 300 Meter, in Oberschlesien nimmt man bei einseitiger Vorrichtung 125 bis 200 Meter, im Königreich Sachsen bei zweiseitiger 200 bis 250 Meter.

Beim Abbau von Steinkohlenflötzen mit quellendem Liegenden, wie z. B. auf der Zeche Friedrich Ernestine in Westfalen[107]) hat man bei der

[106]) Jahrb. des schles. Vereins f. B.- u. H.-Wesen. Bd. 3. S. 29.

[107]) Glückauf. Essen 1879. No. 20.

Sohlenbildung zu berücksichtigen, dass zu grosse flache Abbauhöhe nicht zu empfehlen ist, da die Vorrichtungsarbeiten zu lange anstehen müssten und die Aufrechthaltung der hohen Bremsberge zu kostspielig, häufig unmöglich wäre; ebenso wenig ist eine zu geringe Abbauhöhe anzurathen, was ökonomisch nicht rationell sein würde, da die Aus- und Vorrichtungskosten zu sehr erhöht würden. Erlauben es die Absatzverhältnisse, so ist es zweckmässig, vor der Inangriffnahme einer neuen Bausohle die obere abzubauen, weil es von grösstem Vortheil ist, die einmal vorgerichtete Sohle schnell zu gewinnen. Von diesem Gesichtspunkte ist auch die Bildung der Bauabtheilungen zu wählen, damit sie möglichst schnell verhauen werden, sie werden auf der genannten Zeche 120 bis 150 Meter lang genommen, wenn nicht andere Gründe, wie Verwerfungen, Markscheiden, eine andere Begränzung bedingen. Die Wetter- und Hauptförderstrecken mussten in ein hangendes schmales Flötz mit gutem Nebengestein verlegt werden, weil sie in den bauwürdigen Flötzen nicht aufrecht zu erhalten waren. Der Abbau erfolgt mittelst ein- oder zweiseitigen Bremsbergen mit einer Baulänge von 60 bis 70 Meter, wobei indess immer nur wenige Oerter zu gleicher Zeit in Verhieb genommen werden dürfen, um denselben nach Möglichkeit zu beschleunigen.

Bei dem Abbau eines einzelnen Flötzes sind folgende Regeln zu beachten:

1. Jedes obere Ort muss dem nächst unteren voraus zu Felde stehen, weil der obere Pfeiler zuerst abzubauen ist, daher muss man den Betrieb des Bremsberges, der Diagonale u. s. w. nach Möglichkeit beschleunigen, um das höchste Ort ansetzen zu können. Die Pfeilerverhaue kommen hierdurch ohne Weiteres in das richtige Verhältniss, man vermeidet Verderben der Zimmerung, Verschlechterung der Kohle, Druck auf die Pfeiler.

2. Ausgenommen von dieser Regel sind die Grund- und Sohlenörter (Ort No. 1), welche in Gemeinschaft mit dem Wetterort (Ort No. 2) vorausgehen müssen, entweder als Feldörter, oder nur so weit, um zur Vorrichtung der neuen Bauabtheilung schreiten zu können, wenn die höchsten Oerter der vorhergehenden Abtheilung die Baugränze erreicht haben, welche man gern durch ein Ueberhauen zu markiren pflegt.

3. Ausgeschlossen vom Abbau bleiben die Pfeiler unter der oberen und über der unteren Sohlenstrecke theils mit Rücksicht auf spätere Bauabtheilungen, theils für die Wetterführung tieferer Sohlen. Hiervon tritt eine Ausnahme ein, wenn eine Flötzgruppe von einem Flötze aus gebaut wird, wobei man die querschlägige Lösung in jeder Sohle und in jeder Bauabtheilung wiederholt und die betreffenden Pfeiler nur auf dem Flötze, von dem aus die Lösung erfolgt, stehen lässt, auf den übrigen aber gewinnt. Auch kann der gänzliche Verhau über Stollnsohlen bei Erreichung der Markscheide eintreten, wenn man später an der unteren Gränze des Stollnsicherheitspfeilers ein besonderes Wetterort treiben will.

4. Einige Lachter der Pfeiler zu beiden Seiten des Bremsberges bleiben

zu dessen Sicherheit stehen, bis alle Pfeiler verhauen sind; diese Pfeilerstücke sind meist als verloren anzusehen.

5. Auch zwischen zwei Bauabtheilungen bleibt in der ganzen Feldeshöhe ein Sicherheitspfeiler stehen, den man in der Regel gar nicht durchfährt.

Durch die stehenbleibenden Sicherheitspfeiler wird der alte Mann des Baufeldes gleichsam eingerahmt, in sich abgeschlossen, was in Bezug auf die Entwickelung von Druck, Ansammlung böser Wetter, Grubenbrand wichtig ist.

Der Abbau der Pfeiler kann auf zwei Weisen geschehen: streichend rückwärts oder in schwebenden Abschnitten; mit der letzteren Methode würde der schwebende Strebbau im Levant de Mons einige Aehnlichkeit haben. Schwebende Gewinnung der Pfeiler ist nur bei flachem, etwa bis 30 Grad betragendem Fallen anwendbar; sie hat den Vortheil, einen festen Stoss zu haben, die Möglichkeit, das Hangende gehörig zu übersehen und zu beobachten, dem Bruche desselben bestimmte Gränzen zu setzen, hingegen den mit einem festen Stoss verknüpften Nachtheil, wiederholt schlitzen zu müssen oder mehr Pulver und Schiessmaterial zu verbrauchen. Die streichende Gewinnung ist stets möglich, sie macht sich die beiden freien Seiten des Pfeilers zu Nutze und gewährt dadurch Erleichterung, was besonders bei sehr festen Flötzen wichtig ist. Daher wendet man den schwebenden Verhieb bei nicht stark fallenden Flötzen von ansehnlicher und sehr grosser Mächtigkeit und bei solchen mit schlechtem Dach an, z. B. bei den mächtigen Flötzen in Oberschlesien[108]), auch bei den Flötzen Blücher auf der Grube Dudweiler und Hardenberg auf der Grube Jägersfreude bei Saarbrücken[109]), ausserdem wenn die Ablösungen der Kohle mehr im Streichen liegen, z. B. auf den Steinkohlengruben in der Nähe von Waldenburg.

Am einfachsten ist der Pfeilerverhieb, sowohl streichend, wie schwebend, bei mässiger Mächtigkeit, welche auf einmal in Bau genommen werden kann, oder bei welcher doch nur wenige Kohle zur Sicherheit angebaut wird. Bei flachem Fallen und streichendem oder Längenverhieb nimmt man die ganze Pfeilerbreite durch Schrämen vor, wobei man Kohlenstreifen (Beine) zur Unterstützung des unterschrämten Kohls stehen lässt, giebt dem Stoss eine solche Lage, dass etwaige Schlechten benutzt werden können, und kann für gewöhnlich bis zum alten Mann des oberen Pfeilers verhauen; bei stark fallenden und stehenden Flötzen tritt die Nothwendigkeit einer unterstützenden, bis zu 1 Meter starken stehenbleibenden Schwebe ein, so wie die Eintheilung in Stösse, welche in der Regel firstenartig,

[108]) Meitzen: Der Abbau der mächtigen Steinkohlenflötze in Oberschlesien und in Polen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 5B. S. 116.

[109]) Max Nöggerath a. a. O. in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 3 B. S. 175.

selten und nur bei sehr offenen zufallenden Schlechten strossenartig gewählt wird; die letztere ist übrigens der Erhaltung der Stücke günstig, die man bei firstenartigen Stössen wohl auf geneigten Bühnen von Brettern herabgleiten lässt.

Zur Unterstützung des Daches bringt man Zimmerung nach Bedürfniss an, je nach der Festigkeit der Daches Stempel allein oder mit Unterzügen am Dache oder mit Unterzügen am Hangenden und Liegenden. Bei schwebendem oder Querhieb bemisst man dessen Breite nach den Umständen, meistens nahezu Ortsbreite, bei Saarbrücken 6,277 bis 8,369 Meter, der Arbeitsstoss steht streichend; bei stärkerem Fallen bleibt hier wohl auch eine Schwebe stehen. Die Schwebe hat man bei streichendem Verhieb wohl durch Stempelschlag auf oberer Ortssohle zu vermeiden gesucht, was geschehen kann, wenn der Pfeilerverhieb dem Ortsbetrieb bald nachfolgt; bei steilerem Fallen ist dadurch nicht mehr Zimmerung erforderlich, weil alsdann die Schwebe doch verzimmert werden muss. Das Zubruchewerfen des abgebauten Theils erfolgt durch Wegnehmen (Rauben) der unterstützenden Zimmerung, bei streichendem Verhieb so, dass der Arbeitsstoss immer noch offen bleibt, bei schwebendem nach vollständiger Ausgewinnung des Abschnitts; dieses Zubruchewerfen ist nothwendig um den Pfeiler vom Gebirgsdruck zu befreien. Bei diesen Arbeiten hat man die grösste Vorsicht anzuwenden, weil bei einem nicht richtigen Setzen der Zimmerung oder beim unvorsichtigen Rauben derselben oder beim Verschwächen und Beseitigen der Schwebe die zahlreichsten Unfälle für den arbeitenden Bergmann erwachsen; gerade durch Stein- und Kohlenfall in den abzubauenden oder abgebauten Pfeilerabschnitten werden die zahlreichsten Tödtungen und Verletzungen hervorgerufen[110]).

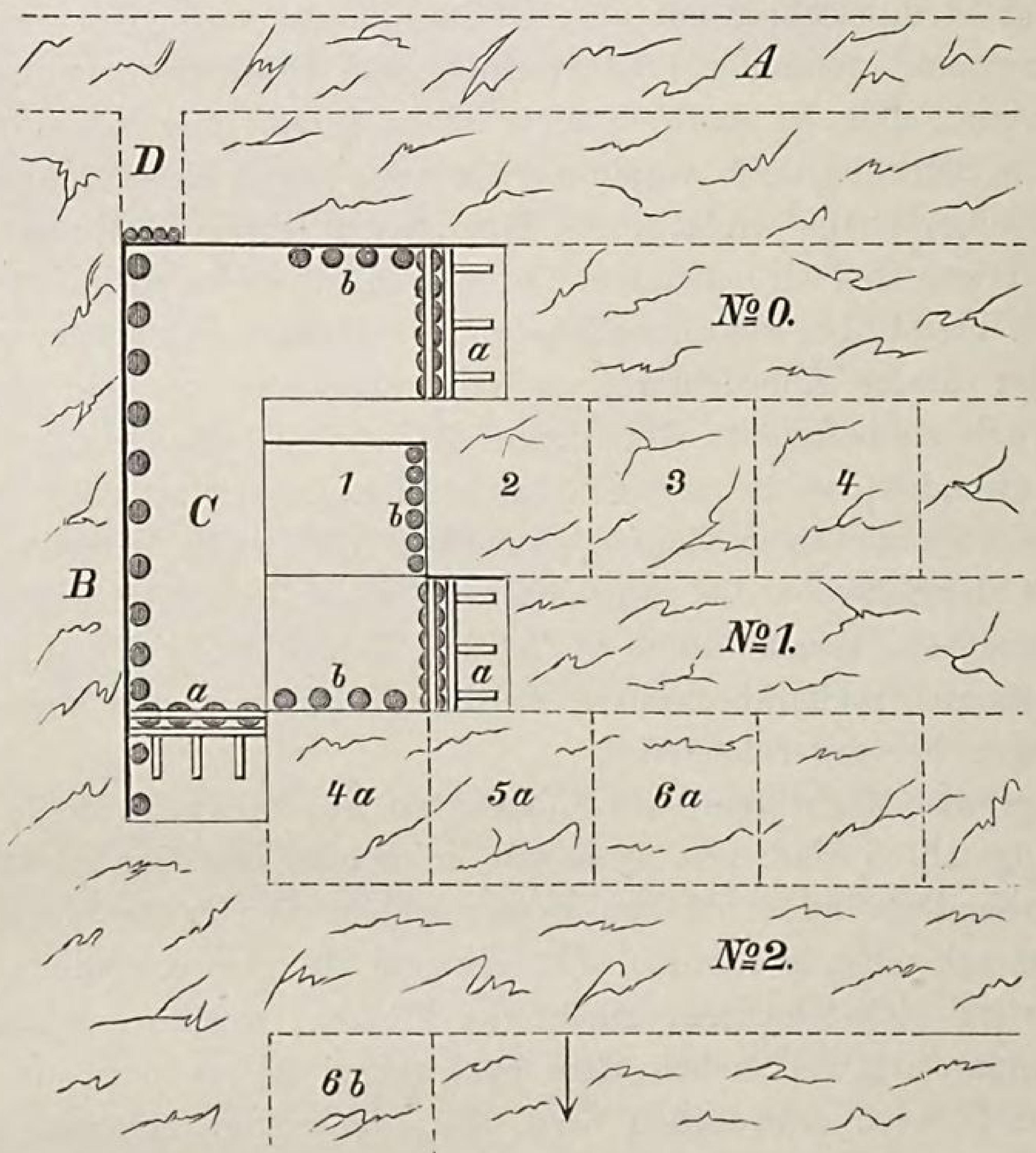
Bei grosser Mächtigkeit des Flötzes, wo nur in einem Theile desselben Oerter aufgefahren sind, und wenn gar keine oder nur sehr schwache Bergmittel vorhanden sind, tritt bankweiser Abbau ein, wofür bei schwachem Fallen der schwebende Verhieb sehr geeignet ist. Am complicirtesten wird die Sache bei steilstehenden, mächtigen Flötzen, welche nur streichenden Verhieb zulassen, weil neben dem bankweisen Abbau nun auch das Absetzen von Stössen erforderlich wird. Für die erstere Methode liefert der Abbau der mächtigen Flötze in Oberschlesien ein lehrreiches Beispiel[111]). Die Flötze haben eine Mächtigkeit von höchstens 9,416 Meter, bis 2 Meter herunter, sie sind ganz rein, nur eins von 6,277 Meter Mächtigkeit auf Lythandagrube wird durch ein 104 bis 392 Millimeter starkes Bergmittel in zwei fast gleiche Theile getheilt, das Flötz zu Dombrowa in Polen ist 10,462 Meter mächtig. Der Abbau erfolgt meist in schwebenden

[110]) Der Berggeist. Köln 1872. S. 591. — Glückauf. Essen 1872. No. 45. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1872. S. 407.

[111]) Meitzen a. a. O. in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 5B. S. 114. — Starcke ebenda Bd. 31B. S. 33.

Abschnitten, die Vorrichtungsörter werden meist mit Anbauen von 2 bis 3 Meter starkem Firstenkohl aufgefahren, so dass dieselben auch ungefähr 3 Meter hoch werden, sie erhalten fast überall eine Breite von 4,708 Meter, nur auf der Königin Luise Grube bei Zabrze 1,569 bis 1,831 Meter mit bogenförmiger Firste, die Pfeiler werden 6,277 Meter, auf Königin Luise Grube 9,939 Meter breit: die Pfeilerabschnitte erhalten gewöhnlich, wie die Oerter, 4,708 Meter Breite, in Dombrowa sind die Oerter 3,139 Meter, die Pfeiler und die Abschnitte 6,277 Meter breit. Auch bei der Gewinnung der Pfeiler wird bei druckhaftem oder gar lockerem Dach 157 bis 262 Millimeter Firstenkohle angebaut. Eine Grundbedingung dieser Baumethode ist

Fig. 286.



die Anwendung guter Zimmerung und die Sicherung gegen das Hereinrollen des alten Manns durch Anordnung der sogenannten Orgelstempel und der Versatzungen in den Oertern.

Fig. 286 giebt ein Bild von dem Abbau: es bezeichnet darin a Versatzungen, b Orgeln zwischen der gewöhnlichen Zimmerung, A oberes Ort, aus welchem später die Pfeiler darüber und darunter gewonnen werden, B Pfeiler gegen den nächsten Bremsberg, C Gränzstrecke gegen diesen Pfeiler, D schmaler Durchhieb aus C in das obere Ort. Das Abbaufeld wird durch Gränzstrecken von Ortsbreite abgegränzt und durch die Oerter No. 0, 1, 2, u. s. w. in Pfeiler getheilt; demnächst wird der Abbau der

Pfeilerabschnitte vorgenommen und der des Abschnitts I mit dem Zubruchewerfen der Oerter No. 0 und 1 verbunden. Zu diesem Zwecke haut man in der Gränzstrecke C in der Länge, welche die beiden Oerter No. 0 und 1 und der Pfeilerabschnitt 1 ausmachen, ebenso die Oerter No. 0 und 1, etwas länger, als der Pfeilerabschnitt breit ist, an der Firste bis zum Hangenden durch; dabei wendet man Zimmerung nach Bedürfniss an, entweder Stempel allein, oder mit Kappen, Unterzügen oder auch mit Pfählen. Die Orgeln b, welche vor den Stössen der Pfeilerabschnitte aufgestellt werden, sind Stempel, selten mit Kappen; sie werden 131 bis 157 Millimeter vom Stoss entfernt aufgestellt, etwa 314 bis 392 Millimeter von einander, sie sind 235 bis 262 Millimeter starke Hölzer; als etwaige

Fig. 287.



Unterzüge benutzt man 105 bis 131 Millimeter starke Rundhölzer von Nadelholz, welches auch zu den Stempeln dient. Die Versatzungen a hindern das Hereinrollen des Bruches in die Strecken, dieselben bestehen in der stärksten Gestalt, Fig. 287, aus zwei Reihen starker Stempel a unter einer gemeinschaftlichen Kappe b und sind in die Sohle eingebühnt, ungefähr 157 Millimeter von einander entfernt mit Ausnahme an den Streckenstössen, wo Raum zum Durchschlüpfen bleiben muss; vor diesen Stempeln kommen 2 bis 4 Strebekappen c, welche in die Stösse eingebühnt, durch die Streben d abgesteift und durch die Versatzungsbolzen e gegen einander abgestützt werden; vor den Strebekappen werden zwei in das Hangende und Liegende eingebühnte Vorstempel f von 262 bis 288 Millimeter Stärke gestellt: zuweilen werden noch Verstärkungen durch die Strebekappen g und die Streben h angebracht. Bei geringerem Druck kann man Vereinfachungen eintreten lassen. Diese Versatzungen werden nach und nach während des Betriebes aufgebaut und geschlossen, sobald das Rauben des Holzes in den Pfeilerabschnitten vor sich gehen soll.

Uebrigens findet man in Oberschlesien auch streichende Ausgewinnung der Pfeiler z. B. bankweise in dem 3,139 Meter mächtigen Heintzmannsflötze der Königsgrube, welches Schlechten nahezu in der Falllinie besitzt; man bringt hier vor dem Werfen des Bruchs, der 6,277 bis 8,369 Meter Weite er-

hält, Ortsversatzungen an, die aber hier nur aus Stempeln, ähnlich den Orgeln, bestehen.

Der Verhieb des Abschnittes erfolgt entweder firsten- oder strossenweise oder selten in beiden Methoden: die häufigste ist die strossenartige Gewinnung, weil sie leichter für die Arbeiter und für die Erhaltung der Stückkohlen vortheilhafter ist. Beim firstenweisen Verhieb kann man die letzte Kohlenwand oft nicht mehr und höchstens nur noch beim Rauben einen Theil davon gewinnen, während beim strossenweisen Verhieb dies möglich ist, weil sich die Orgelstempel gut absteifen lassen, doch gehen auch hierbei bei stärkerem Fallen oft Schweben verloren. Das hin und wieder vorkommende Stehenlassen von 1,569 bis 2,092 starken Beinen zwischen den Abschnitten ist nicht zu empfehlen, weil man den Vortheil der freien Seite verliert, an beiden Seiten des Abschnittes Orgelstempel gebraucht und doch die Beine oft nicht vollständig gewinnen kann. Beim firstenartigen Bau arbeitet der Mann auf der Fahrt oder auf Bühnen stehend, also sehr unbequem und hat Kohlenmassen über sich, bei strossenartigem steht er auf der Kohle und kann fortdauernd das Dach übersehen und beurtheilen, so dass die Vortheile des strossenartigen Baues in die Augen springen; entscheidend für die Wahl des einen oder anderen Baues ist die Lage des Schrams.

Auf der Königsgrube in Oberschlesien hat man in den Flötzen Gerhard (6 Meter) und Sattelflötz (7 bis 9 Meter) eine abweichende Abbaumethode eingeführt, indem man zur Vorbereitung des Abbaues eines neuen Pfeilerabschnittes von dem im Betriebe befindlichen Pfeilerabschnitte aus die Kohlenfirste in der Abbaustrecke nicht mehr nachreisst, sondern unverrückt stehen lässt. Die Abbaustrecke mündet daher nur in ihren Dimensionen von 3 Meter Höhe und Breite in einen im Abbau begriffenen Pfeilerabschnitt ein und braucht also, wenn dieser vollständig verhauen ist und ausgeraubt wird, nur durch eine einfache Reihe von Orgelstempeln geschützt zu werden. Wird ein neuer Pfeilerabschnitt in Angriff genommen, so bleibt gegen den alten Mann ein Bein von 3 bis 4 Meter Stärke, aber abweichend von der früheren Abbaumethode, auch über der Abbaustrecke stehen; das Bein bildet gegen den alten Mann einen compacten Schutzpfeiler, der nur durch die Abbaustrecke durchbrochen ist; wird in dieser Oeffnung ein Bretterdamm hergestellt, so ist der alte Mann vollständig abgeschlossen. Es werden durch diese neue Abbaumethode wesentliche Vortheile erzielt, die namentlich bestehen in dem grösseren Schutz der Arbeiter, in der Erzielung eines reinen Abbaues, in der Ersparniss an Holz und Arbeitslohn durch den Wegfall der schwierigen Versatzung, in dem Abschluss der matten Wetter des alten Mannes und in der Verhinderung des Eintrittes frischer Wetter in den alten Mann, wodurch die Entstehung von Grubenbrand vermieden wird[111a]).

[111a]) Ebenda. Bd. 30B. S. 236.

Es ist eine häufige Erscheinung, dass das Hangende über den ausgewonnenen Abschnitt nicht sogleich nach dem Rauben des Holzes zu Bruche geht, sondern erst wenn grössere Flächen entblösst sind, wobei sich sehr häufig ein starker Luftdruck, der sich bis in die Schächte fortpflanzt, entwickelt. Deshalb muss über Tage die über solchen nicht gebrochenen Pfeilerabschnitten liegende Oberfläche eingezäunt und bewacht werden, um Unglücksfälle zu vermeiden. Da sich die Brüche bis zur Oberfläche fortpflanzen, so müssen dieselben später eingeebnet werden, weshalb man vor der Inangriffnahme eines Baufeldes die darauf liegende Ackerkrume conservirt, um sie nach dem Einebnen der Brüche wieder einzubringen. Der Zusammensturz des in einer grösseren Fläche entblössten Deckgebirges, einer Glocke, auf der Königsgrube war mit erdbebenartigen Erscheinungen begleitet und verbreitete ein donnerartiges Getöse über Tage, ohne dass auf der Oberfläche grössere Zerstörungen sichtbar waren, vielmehr zeigte sich nur ein gleichmässiges Setzen des ganzen Erdkörpers und der Oberfläche, welche nirgends mit Gebäuden besetzt war. Einige Monate später ereignete sich auf derselben Grube und über eine noch grössere Fläche ein gleicher Bruch, welcher mit ähnlichen Erscheinungen, aber mit viel übleren Folgen begleitet war, weil dieser Theil des Grubenfeldes mit Schächten, Machinengebäuden, Schienenbahnen bedeckt war, welche alle mehr oder weniger der grossartigen Gewalt des brechenden Gebirges gewichen waren und zum Theil arge Zerstörungen erlitten hatten. Es war dies um so auffallender, als man eben zum Schutze gerade dieser Tagesgegenstände das Kohlenfeld in diesem Theile nicht abgebaut, sondern nur mit Strecken durchfahren hatte, während die Kohlenpfeiler unberührt stehen geblieben waren. Vermuthlich hatte der rege gewordene Druck des Deckgebirges die Kohlenpfeiler zunächst abgebröckelt und nach ihrer Schwächung zusammengedrückt, wobei sich die Wirkungen des Druckes in so bemerkbarer Weise bis zur Oberfläche fortpflanzten, welche übrigens nirgends grössere Spalten, sondern nur schmale, mit der Richtung der Strecken correspondirende Risse zeigte. Dieser Fall ist ein Beweis, dass man die Strecken zu breit, die Pfeiler zu schmal genommen hatte, als dass eine genügende Sicherheit gegen die Wirkungen des Druckes gewonnen worden wäre. Um die zu wählenden Dimensionen zu bestimmen, wird man den Gebirgsdruck, der aus der Tiefe der Grubenbaue und der Horizontalprojection des freigelegten Streckenraumes resultirt, ermitteln müssen, ebenso wird die Festigkeit und die Mächtigkeit der in den Pfeilern stehen bleibenden Kohlen zu berücksichtigen sein; bei sorgfältiger Erwägung aller dieser Momente wird man leicht zu dem Resultat kommen können, dass die Strecken zu schmal, die Pfeiler zu breit genommen werden müssen, um überhaupt nur eine solche theilweise Gewinnung noch lohnend erscheinen zu lassen. Es kommt zur Frage, ob man nicht dazu übergehen soll, zur Vermeidung derartiger Katastrophen das ganze zu einem Schachte gehörende Feld in grosse Pfeiler einzutheilen

und diese nur abwechselnd abzubauen, so dass immer ein Pfeiler alternirend als starker Sicherheitspfeiler (Massiv), wenigstens vorläufig, stehen bleibt und höchstens erst dann zum Abbau gelangt, wenn die benachbarten Räume nach dem Abbau sicher zu Bruche geworfen sind; dabei würde die Grösse dieser Massivs von der Mächtigkeit und Festigkeit des Kohls, so wie von der Tiefe des Baues und dem Gebirgsdruck abzuhängen haben. Andererseits erwägt man die Mittel, welche es geben möchte, das Deckgebirge alsbald nach der Ausgewinnung des Kohls und dem Rauben der Zimmerung zu Bruche zu bringen, so dass es gar nicht zu einer grösseren Glockenbildung kommen kann, doch ist man durch praktische Ausführungen noch nicht zur Lösung dieser Frage gelangt, weil durch dies künstliche und etwa mittelst Sprengmittel hervorgerufene, gewaltsame Zubruchewerfen des Deckgebirges leicht Gefahren hervorgerufen werden können. Auf der Gräfin Laura Grube bei Königshütte, welche unter ganz gleichen Verhältnissen wie die Königsgrube baut, hat man angefangen, die ausgehauenen Pfeilerabschnitte sofort mit Hochofenschlacke zu füllen, welche direct vom Hochofen nach erfolgter Erkaltung in die Grube geschafft wird, man spart hierdurch wesentlich an Holzkosten, obwohl das einmal in den Orgeln versetzte Holz nicht wieder gewonnen werden kann, und beseitigt die Gefahren des Einsturzes der Oberfläche, so dass man dazu gelangt ist, die Flötze unmittelbar unter dem weit verzweigten Hüttenetablissement zu durchörtern und theilweise abzubauen, auch in dem früher schachbrettartig geführten Abbau nachträglich die in der Firste angebaute Kohle und einen Theil der stehen gebliebenen Pfeiler zu gewinnen, wie überhaupt durch diese Methode ein sehr reiner Abbau erzielt wird, ganz abgesehen von den Vortheilen, welche die Hütte durch Beseitigung der Schlacken erlangt[112]).

Hierher gehört auch der Versuch, welchen man auf der Zeche Helene Amalie in Westfalen [112a]) auf dem Flötze Dickebank von 1,28 Meter Mächtigkeit und einem Einfallen von 45 bis 50 Grad in einer Tiefe von 411 Meter gemacht hat; man beabsichtigte damit, die bebaute Oberfläche vor Brüchen zu schützen und zugleich den Transport von Bergen, welche über Tage nicht mehr unterzubringen waren, zu vermeiden. Man verfüllte nach dem Abbau der Pfeilerabschnitte die in der Sohle von 324 Meter Tiefe fallenden Berge, indem man sie mittelst eines Bremsberges hinunterförderte. Der mit dem Versuche beabsichtigte Zweck ist vollständig erreicht, so dass man die Abbaumethode in den regelmässigen Betrieb einführen wird.

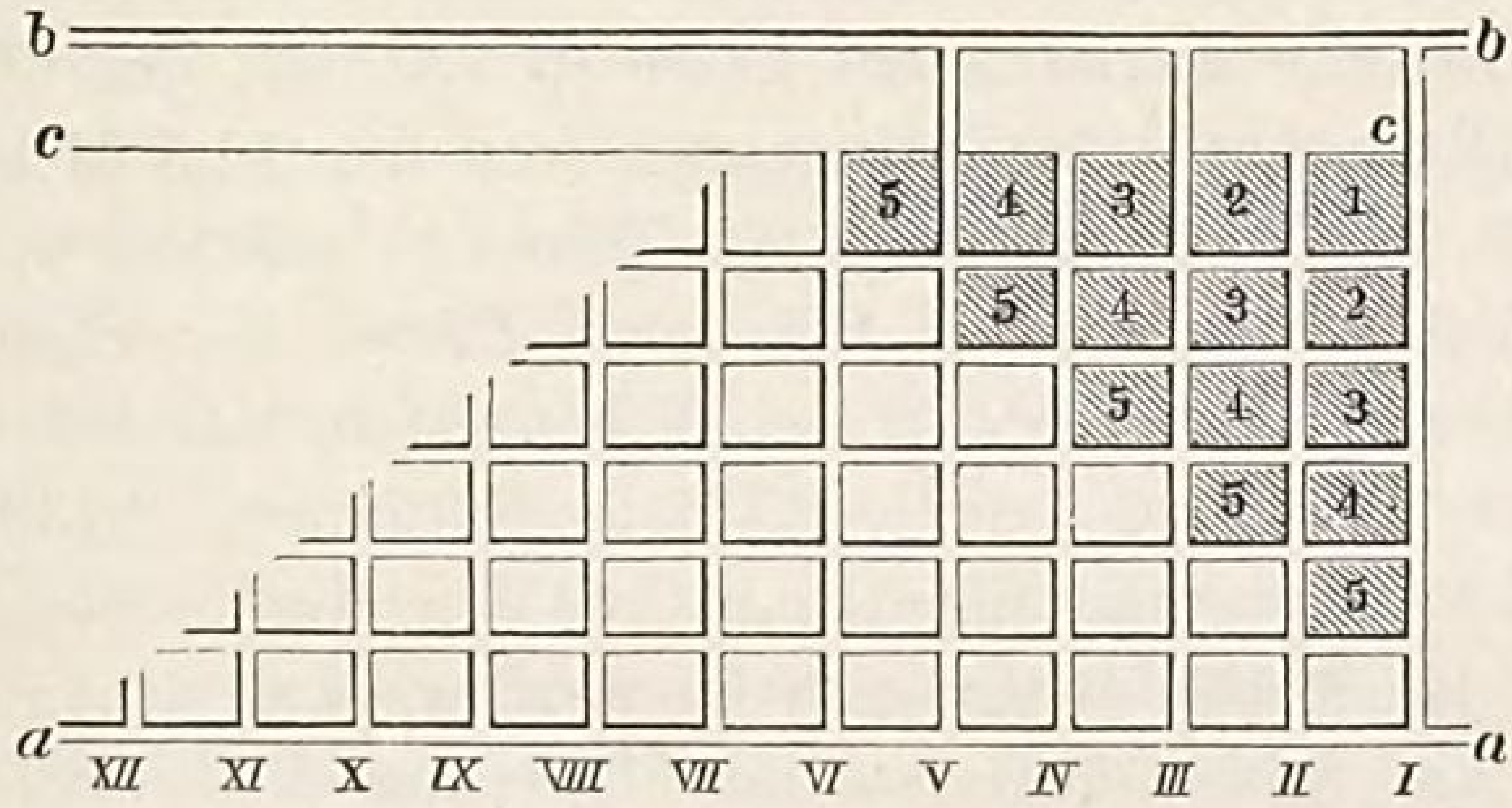
Auf westfälischen Steinkohlengruben sind verschiedene Modificationen des streichenden Pfeilerabbaues vorgenommen. Auf der Grube Prosper bei

[112]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26B. S. 373. Bd. 27B. S. 260. Bd. 29B. S. 66.

[112a]) Ebenda. Bd. 31B. S. 133. 193.

Esssen[113]) fallen die Flötze 15 bis 40 Grad. Zu ihrer Vorrichtung werden von der Grundstrecke a a, Fig. 288, aus in Entfernungen von 25 zu 25 Meter doppelttrümfige Bremsberge in der Flötzmächtigkeit im Flötzfallen bis zur unteren Gränze des unter der oberen Sohlen- (Wetter-) strecke b b anstehend bleibenden Sicherheitspfeilers aufgefahren. Sobald der erste Bremsberg I eine Höhe von 12,5 Meter erreicht hat, wird die erste Abbaustrecke, parallel der Sohlenstrecke angesetzt und aufgefahren und der Bremsberg fortgesetzt. Zu gleicher Zeit beginnt man von der

Fig. 288.



Sohlenstrecke in 25 Meter Entfernung aus den Bremsberg II. Wenn dieser mit der ersten Abbaustrecke durchschlägig wird, hat der Bremsberg I eine solche Höhe erreicht, dass die zweite Abbaustrecke angesetzt werden kann, mit welcher gleichzeitig Bremsberg III begonnen wird. Auf diese Weise sind ebensoviel Bremsberge im Aufhiebe begriffen, als Abbaustrecken betrieben werden. Die Bremsberge werden bis zur Gränze des Sicherheitspfeilers geführt und nur einer um den andern, also alle 50 Meter, wird durch den Sicherheitspfeiler getrieben, um die Circulation der Wetter zu bewirken. Sobald der Bremsberg II die obere Baugränze c c erreicht hat, beginnt der Abbau, indem der oberste Pfeiler 1 ausgewonnen wird, was je nach der Lage der Schlechten streichend oder schwebend geschieht. Wenn Bremsberg III die Baugränze erreicht, ist der Pfeiler 1 verhauen, und es beginnt der Aushieb der Pfeiler 2 zwischen Bremsberg I und II und Bremsberg II und III u. s. f. Zum Herabbremsen der gewonnenen Kohlen dienen kleine Förderwagen, welche in der Grundstrecke in grössere entleert werden; beim Aufhiebe der Bremsberge werden die Bremshaspel mit dem Ansetzen jeder Abbaustrecke hinaufgerückt und mit dem Angriff jedes Pfeilers wieder hinabgesetzt. Ueber der Sohlenstrecke lässt man die Pfeiler anstehen, bis diese selbst abgeworfen werden kann. Diese Abbaumethode gewährt den Vortheil, dass man in sehr kurzer Zeit möglichst viele Angriffspunkte bereit hat; ferner beginnt der Abbau der Pfeiler zu

113) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17 B. S. 59. — Glückauf. Essen 1871, No. 38.

einer Zeit, wo der Druck noch nicht rege geworden ist, so dass stückreichere Kohlen gewonnen werden; endlich ist der Abbau kein kostspieliger, da weder in den Bremsbergen, noch in den Strecken Nebengestein nachgerissen wird, die Förderlängen sehr kurz sind, also geringe Schlepperlöhne erfordern, und die Strecken wegen ihres kurzen Bestehens in ihrer Zimmerung keiner Reparatur bedürfen, ja sogar grössentheils die Wiedergewinnung des Holzes gestatten; dagegen verbindet die Methode den Nachtheil, dass der Sicherheitspfeiler gegen die Wetterstrecke als verloren anzusehen ist.

Dieselbe Bauweise wendet man auf den nur 6 Grad fallenden Flötzen der Grube Victoria Mathias bei Essen[114]) an, mit dem Unterschiede, dass man die Bremsberge in Entfernungen von nur 12,5 Meter ansetzt.

Auf einem 65 Grad geneigten, 470 Millimeter mächtigen, am Hangenden einige Centimeter Nachfall führenden Flötze der Steinkohlengrube ver. Henriette bei Barop[115]), dessen Nebengestein aus festem, sandigem Schieferthon besteht, werden in je 25 Meter Entfernung 3,139 Meter breite Ueberhauen firstenbauartig aufgefahren, welche durch Stempelreihen in drei gleich breite Abtheilungen getheilt werden, von denen die mittlere zum Fahren, die beiden äusseren zur Förderung dienen. Der 25 Meter breite Pfeiler zwischen je zwei Ueberhauen wird in seiner ganzen Höhe von 58,587 Meter durch 3,139 Meter breite Oerter in ca. 9,416 Meter hohe Pfeiler getheilt, welche von Oben nach Unten derart verhauen werden, dass die eine Hälfte nach dem einen, die andere nach dem anderen Ueberhauen genommen wird, der Nachfall wird in den Abbaustrecken versetzt und so eine möglichst reine Gewinnung der Kohlen bewirkt.

Auf den fiskalischen Gruben bei Saarbrücken hat man bei dem Abbau schwacher Flötze da, wo der Strebbau genügende Resultate nicht ergab, beispielsweise auf einem steil fallenden, 53 bis 70 Centimeter in einer Bank mächtigen Flötze der Grube Dudweiler, versuchsweise den Abbau mit hohen Pfeilern eingeführt. Die Pfeiler erhielten zwischen je 2 schmal getriebenen Abbaustrecken statt der gewöhnlichen Breite von 8 bis 10 Meter eine solche von 25 bis 30 Meter, indem die Abbaustrecken bis zur Baugränze vorgetrieben und die Pfeiler in ganzer Höhe von Hinten nach Vorn zurückgebaut wurden. Obwohl die Kosten der schmalen Abbaustrecken sehr stiegen, hoben sich beim Pfeilerabbau die Leistungen in einer Hauerschicht von 14,5 Centner auf 30,9 Centner und konnte bei beträchtlich höherem Verdienst der Hauer das Gedinge von 15,10 Mark auf 12,91 Mark für 100 Centner herabgesetzt werden[116]).

In Bezug auf die Auskohlung der Pfeiler ist hervorzuheben, dass man das 8,370 Meter mächtige Fannyflötz auf der Fannygrube bei Kattowitz

[114]) Ebenda. S. 60; auch Glückauf a. a. O.

[115]) Ebenda.

[116]) Ebenda. Bd. 20B. S. 358.

in Oberschlesien[117]) in zwei Etagen zu gewinnen suchte, von denen die untere 5,231 Meter, die obere 3,139 Meter hoch war. Gegen den gewöhnlichen Verhieb der Kohle in der ganzen Flötzmächtigkeit hat sich zwar ein günstiges Resultat bezüglich der Hauerleistung und des Holzverbrauchs, sowie eine geringere Gefährlichkeit für die Arbeit ergeben, dagegen musste in der unteren Etage an deren Firste Kohle anstehen bleiben, welche alsbald so stark Brandgase entwickelte, dass man die sonst zweckmässige Baumethode wieder aufgeben musste.

Auf den Gruben von Firminy (Loire)[118]) wird auf einem 6 bis 7 Meter mächtigen Flötze ein streichender Pfeilerbau in Etagen geführt. Das Kohl selbst ist durch Schlechten durchschnitten und wenig fest, das Dach sehr gebräch; das Flötz fällt mit etwa 30 Grad ein. Auf dem Schacht St. Thomas theilt man die Bauhöhe von 300 Meter durch Mittelsohlen in drei Theile von je 100 Meter Höhe. Von der unteren Sohle bis zur nächst höheren werden auf dem Liegenden des Flötzes in diesem selbst Aufhauen getrieben, von welchen aus in der Höhe von ca. 2 Meter die Abbauörter nach beiden Seiten bis auf 100 Meter Länge vorgetrieben werden, wobei man über der unteren Sohlenstrecke einen Sicherheitspfeiler von 15 Meter Höhe und unter der oberen einen solchen von 10 Meter, ebenso zu beiden Seiten des zum Bremsberg eingerichteten Ueberhauens einen von 12 Meter anstehen lässt, so dass das Feld ganz isolirt ist und im Falle eines ausbrechenden Brandes, wozu das Flötz sehr geneigt ist, sofort abgeschlossen werden kann. Die zwischen den Abbaustrecken bleibenden Pfeiler erhalten eine Höhe von 12 Meter und werden von hinten her in der Mächtigkeit von 12 Meter ausgewonnen und zwar von Unten nach Oben, also sobald die erste Abbaustrecke die Baugränze erreicht hat, wobei der ausgehauene Raum gleichzeitig mit der Abbaustrecke mit Bergen versetzt wird, welche besonders zugefördert werden; alle 2 bis 3 Meter in der Fallrichtung vermauert man die Berge ordnungsmässig, um die darüber liegende Kohle sicher zu schützen. Während der erste Pfeiler gewonnen wird, hat die nächst obere Abbaustrecke die Baugränze erreicht, so dass nunmehr der zweite Pfeiler abgebaut werden kann u. s. f. Zur Gewinnung der zweiten Etage durchbricht man in den Theilen der Abbaustrecken, welche zunächst dem Bremsberge sich befinden und nicht mit Bergen ausgefüllt sind, das Dach und treibt neue Abbaustrecken in ca. 2 Meter Höhe, so dass in dieser Etage ebenfalls Pfeiler von 12 Meter Höhe gebildet werden, welche man in ganz gleicher Weise, wie in der ersten Etage abbaut. Nach Ausgewinnung der zweiten Etage wird die obere in ganz eben solcher Weise gewonnen. Für die beiden oberen Etagen geben die Berge der unteren den

[117]) Ebenda. Bd. 17 B. S. 62.

[118]) Chanselle a. a. O. in Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris, t. 14. p. 19. — Devillaine ebenda. 2 série, t. V. p. 186. — Annales des mines. Paris. 7 série, tome 4. p. 83.

Arbeitern einen sicheren Fuss; damit sich aber die Kohle durch Druck nicht zu fest auf die Berge setze, ist es gut, wenn man dem Bau der unteren Etage den der oberen sehr bald folgen lässt und nicht abwartet, bis eine Etage vollständig gewonnen ist. Das Wesentliche dieser Abbaumethode besteht abweichend von dem gewöhnlichen Pfeilerbau, wobei dem Dache nach Abbau der Lagerstätte gestattet wird, zu Bruche zu gehen, in der Ausfüllung der ausgewonnenen Räume mittelst Bergen, so dass höchstens ein schwaches Senken des Deckgebirges, kein Zubruchegehen stattfindet. Diese Baumethode ist in ausgedehnter Anwendung im südlichen Frankreich[119]), auch auf den mächtigen Flötzen zu Dombrowa[120]) in Polen unmittelbar an der schlesischen Gränze; es wurde auch nach den Oberflächenbeschädigungen auf der Königsgrube (S. 550) in Erwägung gezogen, ob dieselbe nicht auch auf Königsgrube einzuführen sei, da sie sich vor dem gewöhnlichen Pfeilerbau unzweifelhaft dadurch vortheilhaft unterscheidet, dass der Oberfläche Schutz gewährt und die Entschädigungen für die zerstörte Oberfläche fortfallen, dass dem Eindringen der Tagewasser durch die Brüche der Oberfläche vorgebeugt wird, dass ein reinerer Abbau stattfinden und dadurch nicht nur das gewonnene Kohlenquantum vermehrt, sondern auch Grubenbrände vermieden werden. Diesen sehr erheblichen Vortheilen gegenüber stehen die Kosten für Herbeischaffung der zum Versatz dienenden Berge, welche entweder in der Grube durch Bergmühlen oder über Tage zu gewinnen sind; für Königsgrube stellten sich diese Kosten so hoch, dass sie rechnungsmässig die Vortheile bedeutend übertrafen, obwohl ein entscheidender Versuch nicht gemacht wurde. Dagegen hat, wie S. 551 angeführt, die Gräfin Laura Grube einen derartigen Abbau der Kohlenflötze unter dem Hüttenetablissement unternommen, indem als Bergeversatz Hochofenschlacken verwendet werden.

Für 13¹/₄ bis 19 Meter mächtige, 6 bis 10 Grad geneigte Steinkohlenflötze, welche durch mehre hinreichend starke und taube Zwischenmittel in mehre Bänke getheilt sind, schlägt Rittler[121]) vor, zunächst die obere Schicht des Flötzes durch Pfeilerabbau zu gewinnen, das Hangende zu Bruche gehen zu lassen und nach mehrjähriger Ruhe die unteren Abtheilungen in gleicher Weise in Pfeilerabbau zu nehmen; es würde dies ein Verfahren sein, wie es bei ganz getrennten, nahe aneinander liegenden Flötzen anzuwenden ist. Es wird vorausgesetzt, dass die obere Abtheilung nicht über 3,792 bis 4,79 Meter mächtig ist,

[119]) Baretta: méthode de l'exploitation appliquée à la grande couche du puits Montmartre de Beaubrun in bulletin de la société de l'industrie minérale. 2 série, t. IV. p. 257. — Devillaine: note sur l'exploitation des grandes couches. Ebenda. 2 série, t. V. p. 159.

[120]) Jonkowsky ebenda. 2 série, t. V. p. 353. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 23. p. 139.

[121]) Ferd. Rittler: Anleitung mächtige Kohlenflötze abzubauen. Brünn 1857. S. 87.

bei grösserer Mächtigkeit müsste ein Theil der Kohle angebaut werden und wäre verloren zu geben, weil sonst die Zimmerung zu kostspielig und zu schwierig zu handhaben wäre. Wie viele Etagen bei einem solchen Abbau zu wählen sind, hängt von der Zahl, Mächtigkeit und Beschaffenheit der durchsetzenden Zwischenmittel ab, von denen nur diejenigen, welche nach ihrer Beschaffenheit und ihrer Mächtigkeit geeignet sind, die über ihnen lagernden Bruchmassen sicher abzuhalten, als Etagensohle zu wählen sind.

Das bei Kladno in Böhmen auftretende 6 bis 12 Meter mächtige, 8 bis 36 Grad fallende Steinkohlenflötz ist durch fünf bis sechs 26 bis 200 Millimeter starke Schieferthonstreifen zertheilt und bietet beim Abbau grosse Schwierigkeiten[122]). Die Ausrichtung erfolgt vom Schachte aus durch eine streichende Strecke, welcher 12 bis 16 Meter tiefer eine Sumpfstrecke nachgeführt wird; beide Strecken werden am Liegenden, meistens aber in der Mitte des Flötzes aufgefahren, so dass sowohl in der Firste, wie in der Sohle Kohle angebaut wird. Von der Grundstrecke werden zur Untersuchung schwebende Aufhiebe bis zur oberen Baugränze getrieben und von diesen aus Mittelstrecken im Streichen aufgefahren, um sodann den Abbau von Oben und Hinten zu beginnen. Von den schwebenden Aufhieben werden einige zu Bremsbergen, in neuerer Zeit meistens eintrümigen, hergerichtet, wobei man darauf Bedacht nimmt, bei etwa entstehendem Grubenbrand das übrige Baufeld leicht abschliessen zu können. Von der Vorrichtung durch Diagonalen ist man ganz abgegangen. Je nachdem man das Flötz in seiner ganzen Mächtigkeit oder in zwei Etagen abbaut, werden die Bremsberge am Liegenden oder in der Flötzmitte, in einer der Schieferthoneinlagen getrieben. Von den Bremsbergen aus fährt man 1,25 Meter breite, 2 Meter hohe Abbaustrecken auf und bildet dadurch Abbaupfeiler, deren Höhe zwischen 8 und 21 Meter schwankt. Der Abbau beginnt mit dem obersten Pfeiler durch Auffahren eines schwebenden Aufhiebes an der Baugränze. Zur Unterstützung der in der Firste desselben anstehenden — je nach dem Abbau der ganzen Mächtigkeit oder in zwei Etagen verschieden starken — Kohlenbank wird eine Reihe (Orgel) 470 bis 942 Millimeter von einander entfernter, 2 Meter hoher Stempel aufgestellt, welche mittelst Anpfahl an die Firste angetrieben werden. Nach Aufstellung der ersten Orgel wird der von der Baugränze abgekehrte Stoss des schwebenden Aufhiebes auf der Sohle ca. 1 Meter tief unterschrämt, worauf in schwebender Richtung zuerst die Oberbank, dann die Unterbank hereingekeilt wird. Darauf folgt die Aufstellung einer zweiten Orgel, die Ausgewinnung eines ferneren ca. 1 Meter breiten Pfeilerabschnittes und die Aufstellung einer dritten Orgel. Demnächst wird die erste Orgel geraubt, um die Firstenkohle zu Bruche zu werfen, was nach einigen Stunden, oft erst nach mehren Tagen erfolgt. Häufig bricht mit der Kohle das Hangende

[122]) Der Abbau des mächtigen Kohlenflötzes zu Kladno in österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1872. S. 113. — Der Berggeist. Köln 1872. S. 221.

alsbald mit; in der Regel tritt dies aber erst nach mehreren Tagen ein, so dass Zeit zum Wegfördern der hereingebrochenen Kohlen bleibt. Ist der obere Pfeiler ca. 21 Meter weit ausgewonnen, so wird der nächst untere in gleicher Weise in Angriff genommen; ist der Bau im ersten 42 Meter, im zweiten 21 Meter weit vorgerückt, so beginnt der Bau im dritten Pfeiler u. s. f. Von dem langsameren oder schnelleren Hereinbrechen des Hangenden, so wie von dessen grösserer oder geringerer Masse hängt die vollständige oder unvollständige Gewinnung der hereingebrochenen Kohle ab; je geringer die Kohlenmassen sind, je kürzere Zeit also ihre Hereinschaffung erfordert, desto vollständiger können sie weggefördert werden, desto geringer ist der unvermeidliche Kohlenverlust. Hierin liegt der Vortheil des Baues in zwei Etagen, wobei zuerst die Oberbank und nach vollkommenem Setzen des entstandenen Bruches d. h. nach 3 bis 4 Jahren die Unterbank gewonnen wird, man es also niemals mit grossen Massen von Firstenkohle zu thun hat; es ist aber andrerseits diese Baumethode durch theure Gewinnung, geringeren Stückkohlenfall, kostspieligere Zimmerung der Strecken in der unteren Etage, schwierige Abdämmung des etwa in der oberen abgebauten Etage ausgebrochenen Grubenbrandes von um so zweifelhafterem Werth, als der Kohlenverlust dennoch nicht gänzlich beseitigt wird. Ausserdem besitzt die Kohle aus der Unterbank schlechtere Qualität und ist vortheilhaft nur durch Vermischung mit den Kohlen aus der Mittel- und Oberbank zu verwerthen. Man ist deshalb der Ansicht, die Gewinnung in der ganzen Flötzmächtigkeit am besten vorzunehmen und glaubt gut zu thun, wenn man die Pfeilerhöhe auf 6 oder sogar 4 Meter beschränkt, um die hereinbrechende Firstenkohle auf das geringste Quantum zu ermässigen, damit sie schnell vor dem Zubruchegehen des Daches hereingeschafft werden könne. Auch werden möglichst kurze Pfeiler vorgeschlagen, um sie möglichst schnell abzubauen und vor Zerdrückung zu bewahren. Andere Vorschläge gingen dahin, eine untere Etage abzubauen und mit Bergen auszusetzen und demnächst die obere Etage auszugewinnen: hiergegen wird aber die Kostspieligkeit des Versatzes angeführt, weil die Berge erst über Tage gewonnen und in die Grube geschafft werden müssten. Dennoch wird man sich bemühen müssen, eine rationellere Baumethode aufzufinden, da nicht nur der beträchtliche Kohlenverlust für die Besitzer schädlich ist, sondern auch die Brandgefahr in den verbrochenen Pfeilern sehr schädlich wirkt, auch das Leben der Arbeiter bei dem Gewinnen der Kohlen aus den Brüchen sehr gefährdet ist.

Um zu einem Gesammtbilde über den Abbau mächtiger Steinkohlenflötze zu gelangen, sind die in Frankreich angewendeten Methoden, von denen einzelne im Vorstehenden Erwähnung gefunden haben, von Amiot[123]) zusammengestellt und beschrieben, so wie ihre Vorzüge nach den verschie-

[123]) Amiot in Annales des mines. Paris. 7 série. tome IV. p. 47. — The Mining Journal. London. Vol. 44. p. 139.

denen Gesichtspunkten verglichen. — Bei Erörterung der Frage, welches das beste Abbausystem für mächtige Kohlenflötze sei, kommt Oswald J. Heinrich[124]) zu folgendem System. Es ist anzuwenden: *a.* für Flötze von geringerer als 20 Meter grosser Mächtigkeit, 1. bei einem Fallen über 45 Grad Firstenbau (exploitation par tailles à gradins renversés, overhand stoping) oder streichender Pfeilerbau (exploitation par serres longitudinales, working by longitudinal pillars), 2. bei einem Fallen unter 45 Grad kurzer und hoher Pfeilerbau (exploitation par serres hautes et courtes, pillar and chamber work) oder Strebbau mit breitem Blick, Stossbau, diagonaler Pfeilerbau (exploitation par tailles grandes, droites et couchantes, the long wall system); *b.* für Flötze über 20 Meter mächtig, 1. bei einem Fallen über 45 Grad Querbau mit Bergeversatz (ouvrage à travers et par remblais, working by crosscuts or benches and gobbing-up), 2. bei einem Fallen unter 45 Grad Pfeilerbau mit und ohne Bergeversatz (exploitation par serres à méthode par remblais, working by posts and stalls, pillar work with and without gobbing-up). Die Wahl des Abbausystems und die Modification des gewählten Systems wird aber in jedem einzelnen Fall von den localen Verhältnissen abhängig zu machen bleiben.

Bei den Dispositionen für den Abbau mehrer über einander liegender Flötze, so wie zum Schutze der Oberfläche hat man die Neigung des Brechens der Gebirgsschichten in Berücksichtigung zu ziehen. In Belgien, besonders in den Revieren von Mons, ist allgemein die Ansicht unter den Bergtechnikern verbreitet, dass der Bruch der Schichten in einer Ebene, welche normal zu der Neigung der abgebauten Flötze liegt, stattfinde, so dass man dort jede Beschädigung der Erdoberfläche nach diesem Grundsatz beurtheilt und solche immer dem Grubenbetrieb zuschreibt, wenn sie innerhalb der nach dieser Theorie construirten Fläche fällt, ohne Prüfung, ob andere Ursachen vorhanden sein können. Dass das letztere aber sehr wohl der Fall sein, dass namentlich der indirecte Einfluss des Grubenbetriebes, durch Abtrocknung der über dem Steinkohlengebirge liegenden Gebirgsschichten auf ein Zerreissen der oberen Erdoberfläche zu wirken, statthaben kann, beweisen die eingehenden Untersuchungen der Tagebrüche und in den Häusern entstandenen Risse in der Stadt Essen a. d. Ruhr[125]) und in den Vorstädten von Lüttich[126]). Im Allgemeinen wird man gut

[124]) Oswald J. Heinrich in the Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 16. p. 417; Vol. 17. p. 3.

[125]) v. Dechen: Gutachten über die Bodensenkungen in und bei der Stadt Essen. Als Manuscript gedruckt. Bonn 1869.

[126]) Dr. Drassdo: Ueber die in den Jahren 1856 und 1857 an einer längs des Quai de Fragnée zu Lüttich belegenen Reihe von Häusern vorgekommenen Beschädigungen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17B. S. 93. — Des affaisements du sol produits par l'exploitation houillère. Mémoire adressé à l'administration communale de Liège par Gustave Dumont. Liège 1871. — Glückauf. Essen 1872. No. 33. 34. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1872. S. 313.

thun, sich bei dieser Frage nicht einer vorgefassten Theorie hinzugeben, sondern die Erfahrung zu befragen, da es wesentlich von der Mächtigkeit der abgebauten Lagerstätten, von der Mächtigkeit der Zwischenmittel zwischen zwei Lagerstätten oder des bis zur Oberfläche reichenden Deckgebirges, von der Beschaffenheit und der Neigung der Zwischenmittel und des Deckgebirges, von der Zerklüftung desselben und der Möglichkeit, dem Wasser Zutritt zu den gebrochenen Massen zu gestatten, auch von der chemischen Beschaffenheit der Massen und deren Angreifbarkeit durch die zugeführten Wasser abhängt, ob nach erfolgter Ausgewinnung der Lagerstätte ein allmäliges Senken der Gebirgsschichten oder ein sich nach Oben todtlaufender Bruch oder ein sich plötzlich oder erst durch spätere Einwirkungen bis zur Oberfläche fortsetzender Bruch, und in welcher Flächenausdehnung, sich einstellt[127]). Diesen Erwägungen giebt man auch selbst da Raum, wo die belgische — namentlich von dem Bergingenieur Gonot vertretene Ansicht — theoretisch vertheidigt wird[128]). Der Winkel, welchen die begränzenden Ebenen der zu Bruche gehenden Massen mit dem Horizont machen, wird in Westfalen zwischen 75 und 55 Grad angenommen, im Mittel also zu 65 Grad, bei 45 Grad Fallwinkel der Flötze und mehr zu 65 und 75 Grad, bei geringerem Fallwinkel zu 55 bis 65 Grad. Steht eine Einwirkung solcher Brüche zu befürchten, so müssen die Abbaue in mehren Flötzen ähnlich zu einander stehen, wie die Oerter und Pfeiler eines und desselben Flötzes, sie müssen sich immer vom Hangenden zum Liegenden und von Oben nach Unten bewegen. Aus diesem Grunde ist es gut, zusammenliegende Flötze vom Hangenden her auszurichten; wenn das nicht zu ermöglichen ist, muss man den ins Hangende gehenden Querschlag beschleunigen[129]). Von grosser Wichtigkeit sind dabei die zum Schutze der Gegenstände auf der Oberfläche stehen zu lassenden Sicherheitspfeiler, welche immer gross genug gewählt werden müssen, um genügende Sicherheit zu gewähren; häufig aber sind solche Sicherheitspfeiler dadurch von Uebel, dass sie ein gleichmässiges Setzen des Deckgebirges hindern und ein Brechen desselben veranlassen, indem der über den Sicherheitspfeilern belegene Theil der Oberfläche, als Gräte stehen bleibt. Man wird hier also immer sorgfältig Erwägungen bei der Bestimmung der Sicherheitspfeiler eintreten zu lassen haben. — Eine eingehende Betrachtung widmet diesem Gegenstande auf Veranlassung der österreichischen

[127]) Jičinsky: Ueber Senkungen und Brüche der Tagesoberfläche in Folge des Abbaues von Kohlenflötzen in Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1876. S. 456.

[128]) Heising: Ueber das Nachbrechen der Schichten des Steinkohlengebirges in: „Der Berggeist". Köln 1868. S. 355.

[129]) Alex. Schulz: Untersuchungen über die Dimensionen der Sicherheitspfeiler für den Saarbrücker Steinkohlenbergbau in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 15B. S. 73. — v. Sparre: Ueber das Nachbrechen der Schichten des Steinkohlengebirges in „Glückauf". Essen 1867. No. 21.

Bergbehörde der Professor Ržiha[130]). Indem er die Theorie des Belgiers Gonot verwirft, stellt er die Behauptung auf, daas die Bruchrichtung sich aus dem Dossirungswinkel ergebe, welchen die verschiedenen Gesteinsarten im Endstadium nach dem erfolgten Bruche und stattgefundener Terrainsenkung annehmen; dieser Dossirungswinkel wird auf Grund der gemachten Erfahrungen für jede Gesteinsart ermittelt und dabei auch der Einfluss, welchen die Entwässerung wasserführender Gebirgsschichten auf die Terrainsenkung ausübt, mit in Berücksichtigung gezogen. Es wird angenommen, dass nach erfolgtem Flötzabbau ein Hohlraum entsteht, der nach und nach durch das Niedergehen der nächsten, dann der folgenden Gebirgsschichten wieder ausgefüllt wird. Ržiha unterscheidet eine Fallactionssphäre und die darauf folgende Zerreissungssphäre, die sich in paraboloïdischer Form an erstere anschliesst und Friabilitätssphäre genannt wird; trifft diese letztere die Tagesoberfläche, so macht sich dieselbe durch Risse kenntlich. In Folge der fortdauernden Wirkung der Schwerkraft werden bei dem weiteren Niedergehen der Schichten die überhängenden Gebirgstheile nach und nach einbrechen, und die Sphäre erweitert sich nach einem jeder Gesteinsart eigenthümlichen Dossirungswinkel. — Mit vollkommener Sicherheit führt man im nördlichen England die Grubenbaue von der Küste aus unter der See, z. B. bei Whitehaven, wo allerdings die Kohlenablagerung mit einer mächtigen Schicht von Schieferthon überdeckt ist, welche abdämmend gegen das Seewasser wirkt. Die Schächte sind 220 bis 275 Meter tief, von denen aus sich die Baue unter dem Meeresboden 120 bis 200 Meter tief bewegen, wobei 18,25 Meter im Quadrat grosse Kohlenpfeiler stehen bleiben; dieselben verleihen eine solche Festigkeit und Sicherheit, dass die Steinpfeiler im Hafen von Whitehaven, welche über diesen Bauen liegen, keine Risse oder Senkungen zeigen[131]).

bb. Diagonaler und schwebender Pfeilerbau.

Der schwebende Pfeilerbau erscheint nur als ein besonderer Fall des diagonalen, wie auch die schwebende Strecke nur ein besonderer Fall der diagonalen ist. Die Pfeiler bilden sich hier durch eine Reihe von diagonalen Strecken, welche aus der tiefsten Grund- oder Sohlenstrecke angesetzt und bis zu einer oberen Sohlenstrecke oder einer Theilungsstrecke getrieben werden. Daher darf das Fallen des Flötzes ein gewisses Maass nicht übersteigen, wenn nicht die Nachtheile des diagonalen Baues eintreten sollen. Diese Baumethode ist überaus häufig und ausgebildet auf den Steinkohlengruben bei Saarbrücken[132]), wo sie grundsätzlich für alle Flötze bis höchstens 20 Grad Neigung Anwendung findet; auch in Westfalen ist sie eingeführt, obschon hier die raschen Veränderungen im Fallen,

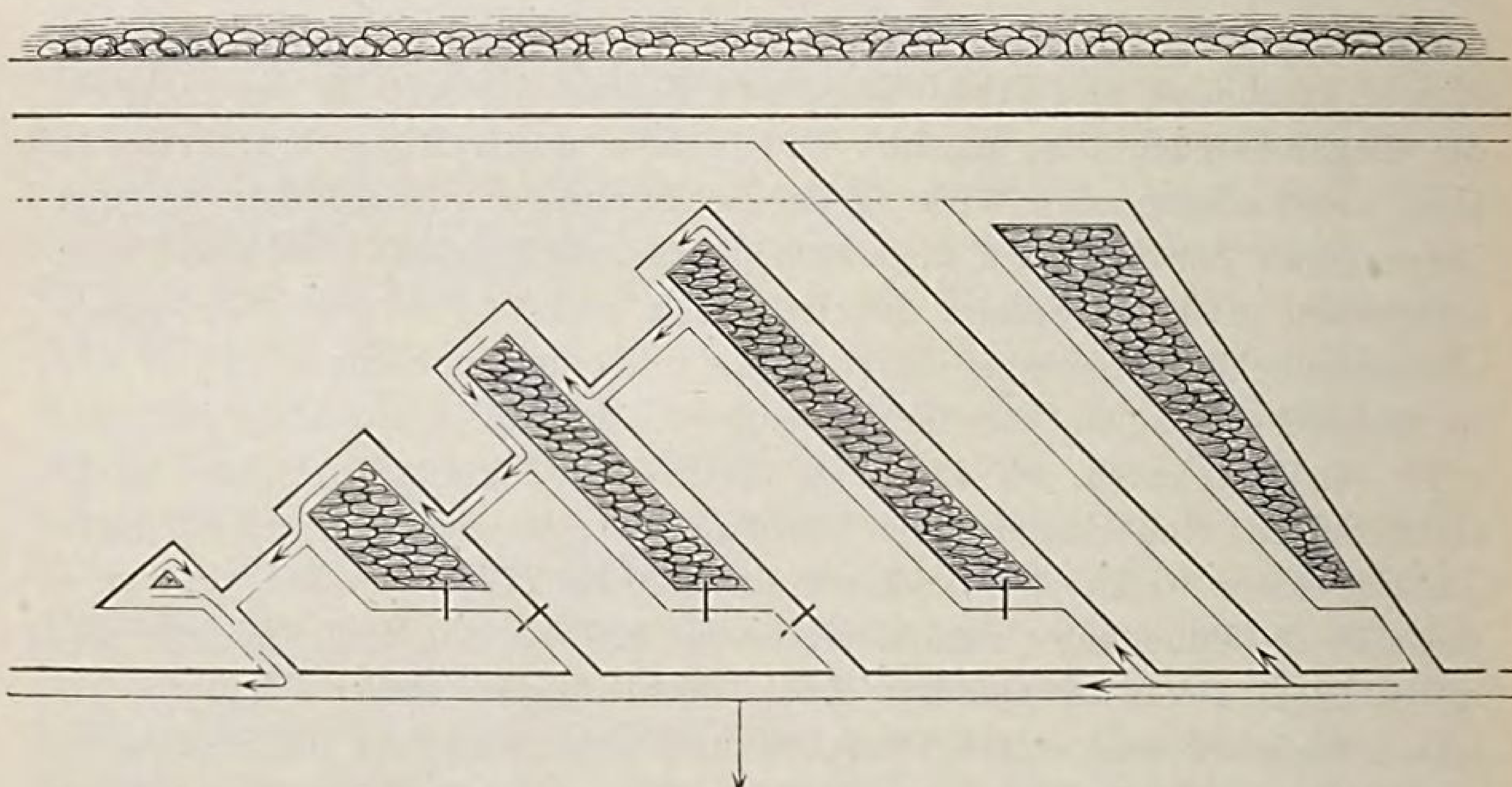
[130]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1882. S. 17. 41. 91.

[131]) The Mining Journal. London. Vol. 44. p. 789.

[132]) Max Nöggerath a. a. O. in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 3B. S. 165.

hervorgebracht durch die gerundete Form der Falten, ihr eine grosse Ausdehnung nicht gestatten; in Oberschlesien wurde sie bei den mächtigen Flötzen früher als ganz unstatthaft bezeichnet[133]), aber auch neuere Versuche auf Königsgrube haben keine günstigeren Resultate geliefert. Auch in Süd-Wales findet sich die Anwendung des diagonalen Abbaues bei Flötzen von 2 bis $2^1/_2$ Grad Neigung, eben so des schwebenden in Shropshire, des diagonalen mit Stehenlassen der nur 1,35 Meter starken Pfeiler in Lancashire[134]). Häufig liegt bei der Wahl dieser Baumethode und der Stellung der Abbauörter eine Berücksichtigung der Schlechten zu Grunde,

Fig. 289.



gegen welche die diagonalen Oerter rechtwinkelig oder möglichst rechtwinkelig gestellt werden; bei Saarbrücken entbehrt man indess solcher Schlechten fast ganz[135]).

Auf den Gruben bei Saarbrücken theilt man zu hohe Felder durch eine oder mehre söhlige Theilungsstrecken in Abtheilungen, welche aus einer Hauptdiagonale oder einem schwebenden Bremsberge angesetzt werden. Bei 10 bis 12 Grad Neigung des Flötzes fördert man mit Wagen und giebt den Strecken ein Ansteigen von $3^1/_2$ bis höchstens 4 Grad; muss das Ansteigen grösser gegeben werden bis 8 und 10 Grad, so fördert man mit Schlitten. Die Abbaustrecken erhalten, Fig. 289, anfänglich eine Breite von 1,569 Meter und werden unmittelbar in der Grundstrecke, beziehungsweise Theilungsstrecke angesetzt, in 8,369 Meter Entfernung von derselben aber breit gehauen; wenn Berge vorhanden sind, so werden sie im Niederstoss versetzt und gern so geordnet, dass ein Wetterkanal offen bleibt. Zur

133) Meitzen a. a. O. in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 5B. S. 114.
134) Ponson a. a. O. Thl. II. S. 534. 537. 538. 566. 568.
135) Max Nöggerath a. a. O. Bd. 3B. S. 174.

Wetterführung treibt man ausserdem durch die Pfeiler rechtwinkelig zu den Oertern Durchhiebe, welche in England wieder ortartig werden. Um das Schwächen des Grundstreckenpfeilers zu vermeiden, setzt man auch wohl nur jedes dritte oder vierte Ort direct aus der Grundstrecke an, die übrigen aber aus einem streichend über der Grundstrecke getriebenen Ort No. 2, welches zugleich als Wetterort für die Grundstrecke dient. Hinsichtlich der Ortsbreite, ebenso wie der Pfeilerstärke gilt das beim streichenden Abbau Gesagte, desgleichen für die Bauabtheilungen, die man hier gleichfalls gern isolirt, namentlich wenn Grubenbrand zu befürchten ist; deshalb treibt man auch die Oerter nicht bis in die obere Strecke, sondern conservirt darunter einen Pfeiler ähnlich wie über der Grundstrecke. Der Verhieb der Pfeiler ist auch hier entweder der Länge nach bei schmaleren Flötzen und gutem Dach oder in Querabschnitten bei stärkeren Flötzen und druckhaftem Dach.

Dass der schwebende Abbau nur eine Modification darstellt, ist an und für sich klar, er bietet gegen den streichenden folgende Vorzüge: Vermehrung der Gewinnungspunkte, also Concentrirung der Ausgewinnung, mit allen daran sich knüpfenden Vortheilen; Erleichterung in Nachführung der Förderbahn; von selbst eintretende günstige Stellung der Oerter zu einander, während man beim streichenden Abbau den Betrieb der Bremsberge u. s. w. forciren muss, um schnell das obere Ort ansetzen zu können. Dagegen bietet der schwebende Abbau folgende Nachtheile: wenn schlagende Wetter vorhanden sind, ist der ansteigende Betrieb der Oerter gefährlich, während beim Rückbau der Pfeiler dieser Nachtheil fortfällt, obwohl auch für den Ortsbetrieb dieser Umstand wenig erheblich wird, wenn eine obere Strecke vorhanden ist, da sich alsdann die Wetter dorthin ziehen; auch das Auf- und Abwärtssteigen des Wetterstromes ist nachtheilig, wodurch ausserdem der Weg der Wetter wesentlich verlängert wird; ferner ist die Unmöglichkeit hervorzuheben, den schwebenden Abbau bei stärkerem oder veränderlichen Fallwinkel anzuwenden. Allen Fallwinkeln der Flötze und den Veränderungen desselben ist nur der streichende Bau anzupassen.

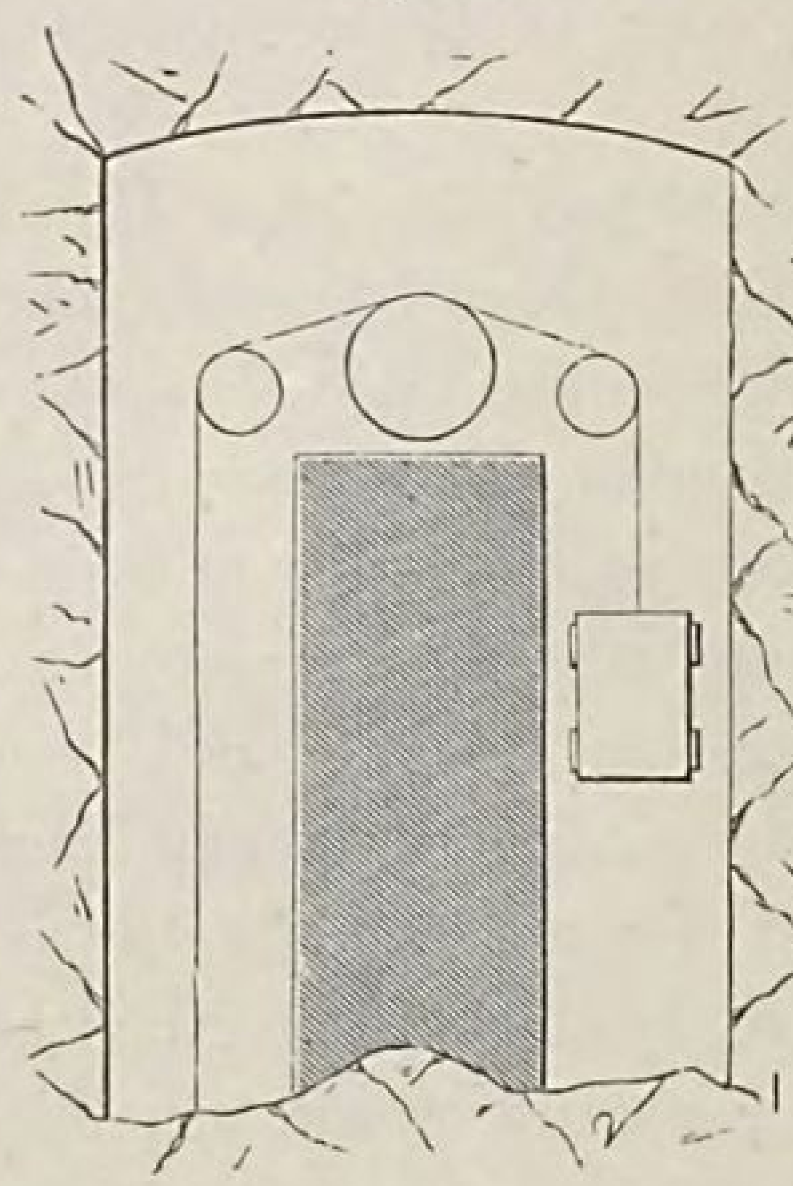
Der Abänderungen, welche der schwebende Pfeilerbau auf dem Beustflötze, so wie dem Karlflötze der Grube Gerhard bei Saarbrücken[136]) erfahren hat, ist bereits oben S. 523 gedacht. Der Vortheil derselben besteht darin, dass abweichend gegen früher nur $1/5$ bis $1/4$ durch Abbaustreckenbetrieb, der Rest durch Pfeilerrückbau gewonnen, also ein grösserer Stückkohlenfall erzielt wird, dass die Förderstrecken wegen der starken Pfeiler nicht in Druck kommen und weit weniger Unterhaltungkosten erfordern, und dass die Wetterführung eine viel bessere ist. Die oben bereits erwähnten und bei den neueren Baumethoden auf der Grube Gerhard vielfach angewendeten Bremsscheiben werden vor den 1,569 Meter breiten

[136]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17B. S. 61., so wie Bd. 18B. S. 18. — Glückauf Essen 1871. No. 38.

Wetterscheider gestellt, während das Seil durch Rollen in die beiden Förderstrecken geführt wird, Fig. 290.

Hierher gehört auch der auf den Anthracitgruben in Nordamerika übliche Abbau[137]). Die Ausrichtung der Anthracitflötze erfolgt entweder durch flache im Flötze niedergebrachte Schächte (slopes) oder durch seigere, viereckige, in Holz ausgebaute Schächte. Aus dem Tiefsten des Schachtes werden drei söhlige Parallelstrecken nach beiden Weltgegenden ins Feld getrieben, von denen die tiefste als Sumpfstrecke (sump), die mittlere als Hauptförderstrecke (gangway), die oberste als Wetterstrecke (heading) dient, die letztere zugleich als Abgränzung für den über der Förderstrecke belassenen, 9 bis 14 Meter hohen Sicherheitspfeiler; der letztere wird um so

Fig. 290.



stärker genommen, je fester das Hangende ist, weil im letzteren Fall der Druck erst später, aber um so energischer eintritt. Die Sumpf- und Wetterstrecken werden 2 bis $2^1/_2$ Meter hoch und 1,8 bis 2 Meter breit aufgehauen, wogegen die Förderstrecke $2^1/_2$ bis $2^3/_4$ Meter hoch und $2^1/_2$ bis $4^1/_4$ Meter breit genommen werden, je nachdem ob nur ein oder zwei Fördergeleise für die grossen $2^1/_2$ bis 3 tons Kohlen haltenden Förderwagen eingebracht werden. Die Auszimmerung der Hauptförderstrecken erfolgt mit 46 bis 49 Centimeter starken Rundhölzern. Das über diesem Streckensysteme anstehende Kohlenfeld wird in Abtheilungen von 91,5 Meter (100 yards) getheilt und unterhalb jeder derselben wieder eine Förder- und eine Wetterstrecke getrieben, indem die Verbindung der einzelnen Sohlen mit einander und mit der Hauptförderstrecke durch wenige, jedoch sehr solid eingerichtete zweitrümige Bremsberge bewirkt wird. Der Abbau

[137]) Broja: Der Anthracitbergbau in den ver. Staaten von Nordamerika in Zeitschrift f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 25B. S. 42; Bd. 26B. S. 8. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 23. p. 40. 56. 72. 88. — Transactions of the American Institute of Mining Engineers. Vol. V. p. 402.

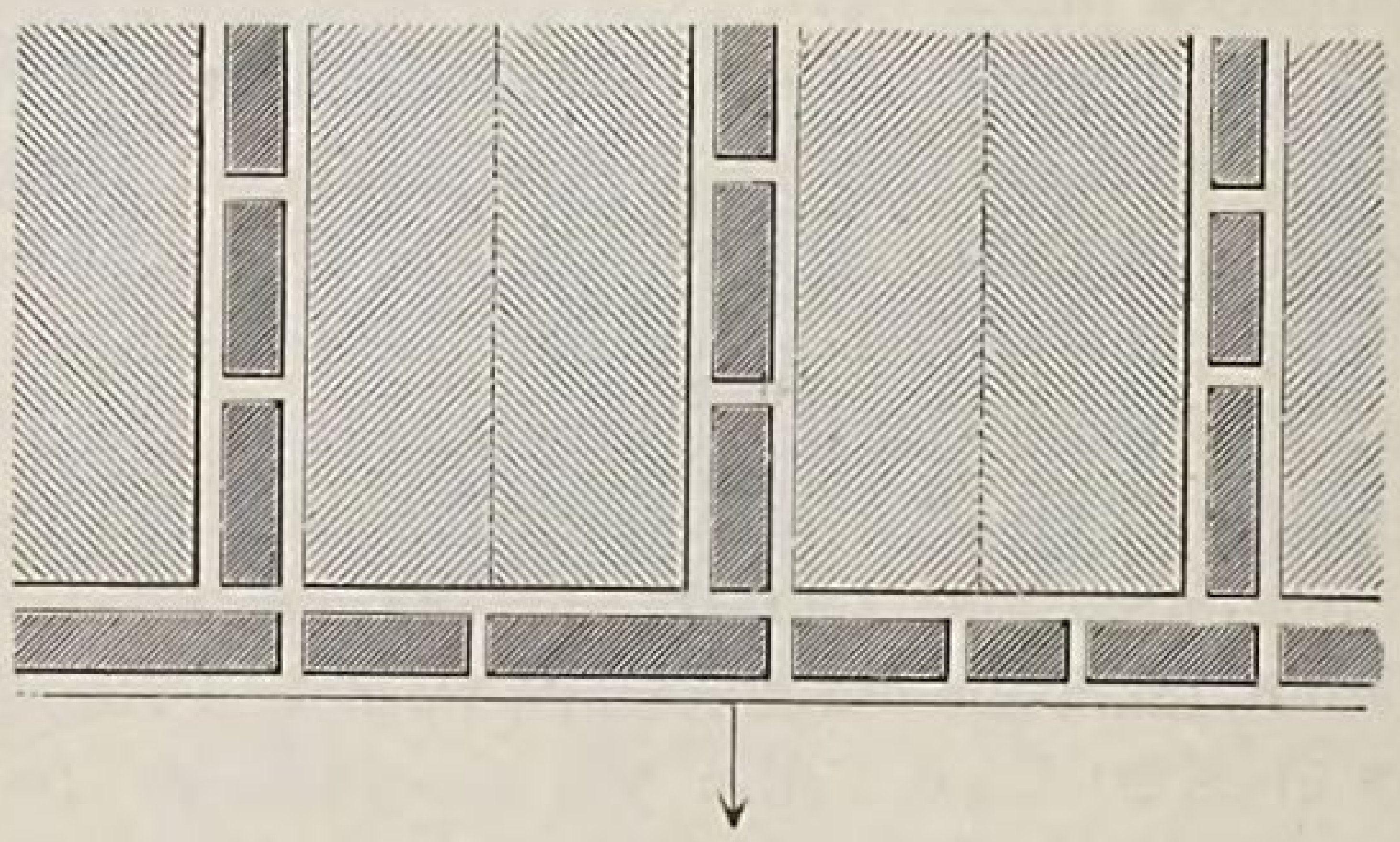
erfolgt nun lediglich durch Auffahren schwebender Strecken (breasts oder chambers) von $5^1/_2$ bis 11 Meter Breite, zwischen welchen Kohlenpfeiler von $5^1/_2$ bis 9 Meter Breite anstehen bleiben. In Abständen von $5^1/_2$ bis 11 Meter Breite, entsprechend der Breite der breasts werden von der Förder- zur Wetterstrecke 1 Meter breite Durchhiebe getrieben und nach Erreichung der Wetterstrecke die breast in voller Breite von $5^1/_2$ bis 11 Meter bis zur nächst oberen Sohle breitgehauen; unter Belassung eines Pfeilers von $5^1/_2$ bis 9 Meter Breite wird die zweite breast begonnen. Vor den beiden zu einer breast gehörigen Durchhieben wird eine kleine Bühne hergestellt und der eine, als Rollloch dienende, mit einem Schieber, der andere, zur Fahrung benutzte, mit einer Thür versehen. Die Sohle der breasts wird mit Eisenblech belegt, so dass die Kohlen leicht herabrutschen und aus dem Rollloch in den Förderwagen gelangen. Zum Wetterwechsel werden die zwischen den breasts belassenen Pfeiler in Abständen von 18 bis 27 Meter mit Wetterdurchhieben durchörtert. Um die Kohle vor Verunreinigung zu schützen, werden die breasts mit einer stark angebauten Kohlenbank in der Firste aufgefahren und diese erst nach Erreichung der Baugränze mittelst Rückbau gewonnen und dabei zugleich von den Kohlenpfeilern so viel mitgenommen. als dies ohne Gefahr gegen das Hereinbrechen des Hangenden geschehen kann. Um diese Gefahr zu verringern, lässt man wohl nach je 5 bis 10 auf einander folgenden breasts Pfeiler von ca. 18 Meter Breite stehen, welche nur durch eine schmale zur Fahrung dienende Strecke und die nöthigen Wetterdurchhiebe durchbrochen werden. Diese Methode kommt bei Flötzen mit über 20 Grad Fallen zur Anwendung. Bei einem Fallen der Flötze von 0 bis 5 Grad werden die breasts gleichfalls rechtwinkelig gegen die Förderstrecke geführt, aber gleich aus derselben in voller Breite angesetzt und mit Schienengeleisen versehen, so dass die Förderwagen bis vor Ort gelangen; bei einer Neigung der Flötze von 5 bis 10 Grad erhalten die breasts gleichfalls die volle Breite beim Ausfahren aus der Förderstrecke, sie werden aber ein wenig diagonal geführt, um ein zu starkes Ansteigen zu vermeiden. Bei einem Fallen zwischen 10 und 20 Grad wird wie bei stärkerem Fallen verfahren, doch erhalten die Durchhiebe zwischen Förder- und Wetterstrecke, welche als Rollen dienen, eine stärkere Neigung, als das Flötzfallen, damit die eingeführten Kohlen freiwillig zur Förderstrecke rutschen. Die Abbauverluste dieser Baumethode werden auf 33 Procent angegeben, was ihr, ebenso wie der Mangel an Gefahrlosigksit zum Vorwurf gereichen dürfte, jedoch möchte bei einer Flötzmächtigkeit von 6 bis 16 Meter, einem Fallen von 30 Grad und einem äusserst festen Hangenden kaum eine andere Baumethode als geeignet befunden werden; es kommt dazu, dass der Anthracit zur Selbstentzündung wenig geneigt ist, also Grubenbrände kaum zu befürchten sind. Dagegen bietet die sofortige Inangriffnahme der breasts den Vortheil einer sehr schnellen Kohlengewinnung, es wird das Auffahren und Unterhalten von zahlreichen Abbaustrecken und Bremsbergen mit deren Vorrichtungen

erspart, ebenso eine kostspielige Zimmerung, es erübrigt das oft sehr schwierige Füllen der Kohlenwagen, indem dieselben durch das Einrollen der Kohlen sich selbst füllen. Unter diesen Umständen ist die so geschilderte Baumethode mit geringeren oder grösseren Modificationen im ganzen Anthracitbezirk eingeführt.

cc. Abbaumethoden auf den Steinkohlenflötzen in England[138]).

Wo es angeht, findet sich, wie schon früher erwähnt, Strebbau (longwall oder long way works). Der Abbau (working) by posts and stalls, auch pillars and stalls ist ein diagonaler oder schwebender Pfeilerbau, oder auch ein Pfeilerbau mit Hauptdiagonalen und streichenden Strecken und findet sich in Süd-Wales[139]). Mit dem Namen long work wird die Methode des Pfeilerbaues bezeichnet, bei welcher man durch schwebende

Fig. 291.



Betriebe Baufelder von 110 Meter Länge abtheilt und aus denselben beiderseits streichend nach der Mitte treibt und von hier aus die so gebildeten, 55 Meter langen Pfeiler streichend rückwärts baut[140]).

Auf den schwachen Flötzen in Shropshire führt man ausser dem eigentlichen Strebbau (long wall) noch einen Pfeilerbau mit breitem Blick (long work homewards). Man geht mit gepaarten Strecken, die einen schwachen Pfeiler zwischen sich lassen bis zur Baugränze streichend vor, und baut die breiten Pfeiler rückwärts ab, indem man Bergeversatz oder wenigstens Mauern anbringt; reicht der Versatz nicht aus, so geht der Pfeiler zwischen den gepaarten Strecken verloren[141]). Aehnlich verfährt man, nur dass man die gepaarten Strecken schwebend führt, in Lancashire, Fig. 291, wo man den Pfeilern zwischen den Strecken eine Breite von 3,658 bis 5,486 Meter giebt.

138) Serlo, v. Rohr u. Engelhardt a. a. O. in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10B. S. 26. — Leuschner ebenda. Bd. 26B. S. 70.

139) Ponson a. a. O. t. II. p. 534. 535.

140) Ponson ebenda pag. 537.

141) Ponson ebenda pag. 558.

Auf den Gruben bei Newcastle herrscht ein Pfeilerabbau (working by boards and pillars), der früher oft sehr unvollkommen ausgeführt wurde, mit grossem Verlust an Kohlenmassen und mit Gefahren durch schlagende Wetter[142]). Jetzt wird auf den besseren Gruben dieser Abbau als pannel work betrieben, der im Jahre 1809 zuerst von Buddle auf der Wallsend-Grube angewendet wurde, nachdem derselbe schon 1807 die Theilung des Wetterstroms eingeführt hatte. Die Flötze liegen fast söhlig, 3 bis 5 Grad Neigung ist das Maximum, sie haben sehr regelmässige Schlechten, die man bei der Gewinnung, vorzugsweise der harten Kohlen, entsprechend benutzt, während man bei weichen Kohlen sie zu Gunsten geradliniger Auffahrung unbeachtet lässt; die Mächtigkeit schwankt zwischen 0,634 und 1,270 Meter und steigt selten bis zu 1,524 Meter; das Aufquillen des Liegenden ist eine häufige Erscheinung, welche die sogenannten creeps erzeugt. Gewöhnlich hat man zur Ausrichtung zwei nahe aneinanderliegende Schächte, von welchen aus Vorrichtungsstrecken im Streichen getrieben werden; von diesen aus werden die Abbaufelder durch Oerter (boards) in der Fall- und Streichrichtung durchfahren, so dass Pfeiler von quadratischer oder rechteckiger Gestalt entstehen. Das Pannel work ist nun weiter nichts, als eine regelmässige Aneinanderreihung einzelner Abbaufelder, die durch zwischengelassene Pfeiler isolirt werden. Oft werden diese Pfeiler noch gewonnen, wenn der übrige Abbau die Feldesgränzen erreicht hat, dann erhalten sie eine grössere Stärke wie gewöhnlich; werden sie ganz preisgegeben, so nimmt man sie nicht stärker, als zur Erfüllung des Zweckes, benachbarte Abbaufelder von einander zu isoliren, erforderlich ist. Auch sonst finden sich manche Verschiedenheiten, die namentlich dadurch bedingt sind, ob nach der Höhe, beziehungsweise Tiefe noch andere Pannels folgen oder deren nur im Streichen aneinander schliessen, ob der untere, beziehungsweise obere Pfeiler des Pannel für die Wetterführung und Förderung nur einmal oder öfter durchbrochen wird, ob die Pannels in Bezug auf Wetterführung und Förderung ein- oder zweiflügelig sind. Der einflügelige Bau ist der bessere, wenn sich viel schlagende Wetter finden, weil sonst der Wetterzug vor einem Theile der Baue in absteigender Richtung geführt werden muss, wenn man ihn nicht künstlich theilen will. Ueberhaupt entstehen hier ähnliche Fragen, wie bei ein- und zweiflügeligen Bremsbergen, und die früher erörterte Umrahmung des alten Mannes mit stehenbleibenden Pfeilern ist vollständig analog dem Pannel work, daher dasselbe weder an Steinkohlen, noch an die Art des Abbaues innerhalb des einen Pannel gebunden ist und einerseits ebenso gut bei Steinsalz wie andererseits bei Strebbau oder theilweisem Verhieb des Abbaufeldes anwendbar ist.

Die Vorrichtung mit Oertern (boards) und die Bildung der Pfeiler erfolgt stets unter Verschluss der entbehrlichen Strecken mit Wetterthüren

[142]) Ponson ebenda pag. 575.

oder ähnlichen Vorrichtungen (brattices); eigenthümlich, aber bedingt durch die nahe Stellung des einziehenden und ausziehenden Wetterstromes in den beiden Schächten ist das Uebereinanderherführen der frischen und gebrauchten Wetter (crossing the air) mittelst sogenannter crosscourses im Gestein, ferner das Theilen der Wetter, so dass mindestens jedes Pannel einen gesonderten Theil des Wetterstroms erhält (compound ventilation splitting the air). Die Wetterführung wird durch Fig. 292 dargestellt, worin a den einfallenden, b den ausziehenden Schacht, c die Theilung des Wetterstromes, d die Kreuzgänge im Gestein über den Strecken, e die Wetterverschlüsse bezeichnen; in Fig. 293 wird ein Bild eines vollständigen pannel work gegeben, worin AA_1 A_2 BB_1 CC_1 Pannels bezeichnen und die Strecken durch einfache Linien dargestellt sind; a ist der einziehende, b der ausziehende Schacht. Der Abbau kann, wenn das Fallen schwach ist, gleich an den zuerst vorgerichteten Pfeilern, natürlich an der äussersten Ecke des Pannel, beginnen; im anderen Falle muss man mit den oberen anfangen. Hierbei kommen dann viele Verschiedenheiten im Verhieb vor, die sich auch nach der Gestalt der Pfeiler richten[143]); zuweilen sind die pannel works geradezu mit dem gewöhnlichen streichenden Pfeilerbau verbunden.

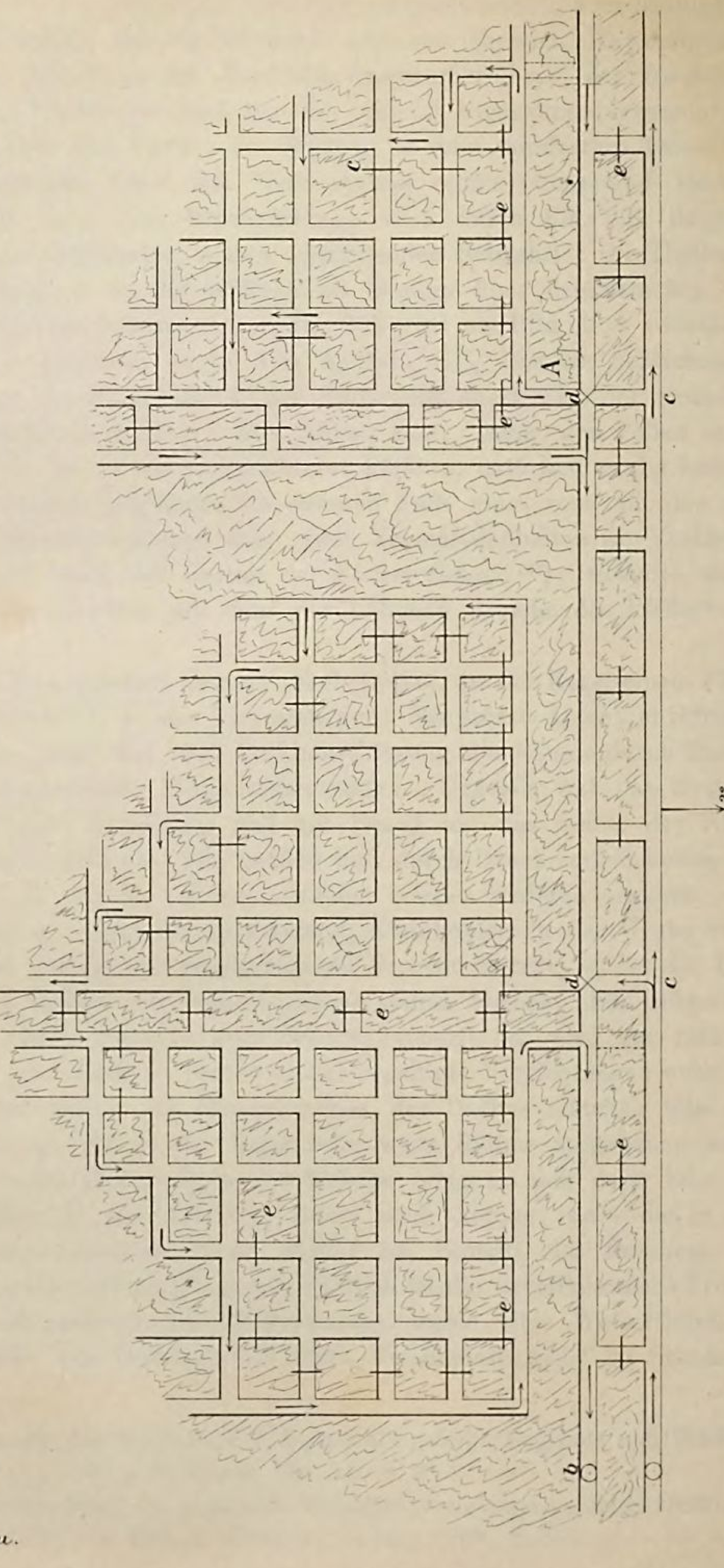
Dieser Bau gewährt dem Grubenbetreiber, in der Regel einem Pächter, die Möglichkeit[144]), in der kürzesten Frist das grösste Quantum Stückkohle zu gewinnen, ohne viel Geld für Unterstützung der Räume durch Holz oder durch herbeigeschaffte Berge aufzuwenden. Dagegen hat das System in wirthschaftlicher Beziehung und mit Bezug auf das Leben der Arbeiter die grössten Nachtheile. Alle milden und durch Druck zerbröckelten Theile der Pfeiler, so wie die Sicherheitspfeiler werden verloren gegeben, ausserdem werden die beim Hauen fallenden Kleinkohlen in der Grube verfüllt, so dass ein Verlust von wenigstens 30 Procent eintritt, wobei die Pfeiler, welche zum Schutz der Tagesoberfläche stehen bleiben, nicht mitgerechnet sind. Das Dach, wenn es zum Brechen geneigt ist, wird gar nicht oder nur durch provisorische, später wieder beseitigte Vorrichtungen unterstützt, wodurch fast immer ein Hereinbrechen des Daches eintritt, was um so gefährlicher ist, als in der Regel sehr weite Räume ausgehauen werden; bei den grossen Dimensionen der Brüche ereignen sich dann sehr häufig Unglücksfälle für die Arbeiter, wozu noch kommt, dass die in diesen Räumen angesammelten bösen Wetter bei Eintritt des Brechens durch die ganze Grube verbreitet werden. Endlich ist die unvollkommene Trennung des ein- und ausziehenden Wetterstromes durch viele Wetterthüren eine stete Ursache von Gefahren, da diese Verschlüsse nicht im Stande sind,

143) Herold: Der Bergbau i. d. Steinkohlengebirge Englands und Schottlands in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 3B. S. 23.

144) Havrez: Stand des englischen Steinkohlenbergbaues im Jahre 1866 in berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 336.

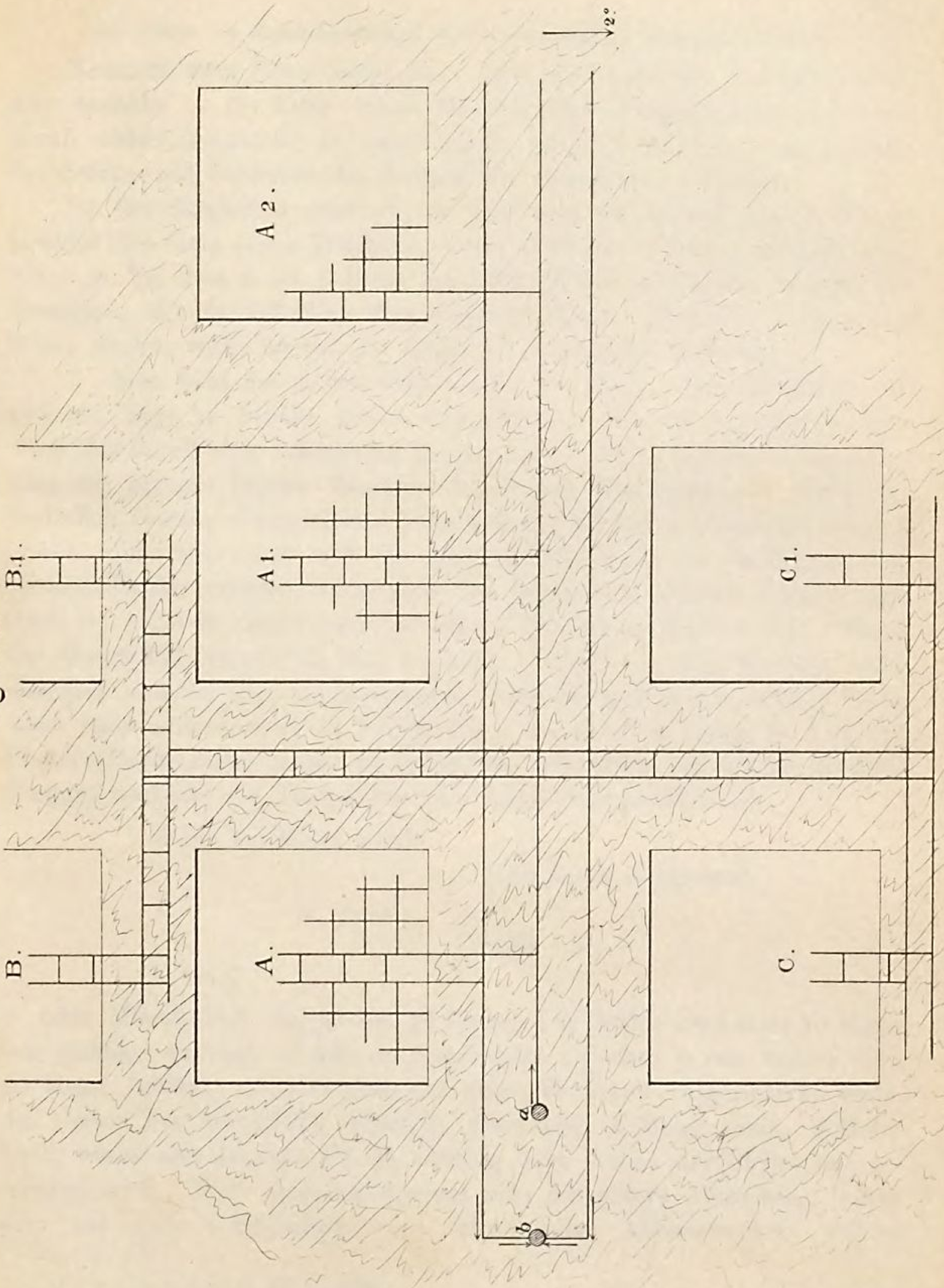
(zu Seite 568.)

Fig. 292.



(zu Seite 568.)

Fig. 293.



etwaigen Explosionen zu widerstehen und dieselben zu localisiren, wodurch so häufige, vielen Menschen das Leben raubende Unglücksfälle entstehen.

dd. Abbau von Steinkohlenflötzen, welche ein mächtiges Bergmittel enthalten.

Kommen zwei Flötze dicht über- oder nebeneinander vor, oder ist — was dasselbe — ein Flötz durch ein mächtiges Bergmittel in zwei oder durch mehre Bergmittel in mehre Bänke getheilt, so kann man je nach der Stärke und Cohärenz des Bergmittels verschieden verfahren.

Ist das Bergmittel schwach, so baut man im unteren Theile ab und gewinnt den Rest durch Bruchbau, wobei freilich viel Kohle verloren geht, wie z. B. bei dem 5 bis 6 Meter mächtigen Flötze zu Epinac, welches ein quarziges, mit Schwefelkies durchzogenes Mittel enthält[145]). Wenn das Mittel stärker wird, bleiben im Allgemeinen folgende Methoden:

1. Man baut die oberen Bänke oder die Bank, wie gewöhnlich, für sich ab, lässt zu Bruche gehen und gewinnt nach einer gewissen Zeit, wenn der Bruch sich vollständig gesetzt hat — oft nach mehren Jahren — dann die unteren Bänke. Hierbei ist also eine Mächtigkeit der Kohle erforderlich, welche die getrennte Ausgewinnung auf jedem Flötztheil lohnend macht. Immerhin lässt sich ein ansehnlicher Druck bei Gewinnung des unteren Theils erwarten, wenn auch das Bergmittel ziemlich cohärent und stark ist, weshalb man immer nur kleine Flächen entblössen darf. Wenn das Bergmittel kurzklüftig ist, so kann Abtreiben nöthig werden, wenn man den unteren Theil in Bau nimmt. Fälle dieser Bauweise sind in Westfalen nicht selten, auch in Frankreich z. B. auf dem Flötze St. Lucy zu Blanzy (Departement Saône et Loire)[146]). Das Flötz hat 10 bis 40 Grad Neigung und ist vom Hangenden zum Liegenden gebildet aus

3 bis 4,5 Meter Kohle
 0,30 Meter Bergmittel,
1 " "
 0,30 " "
6 bis 7 " "

in einer Mächtigkeit von 10 bis 12 Meter. Die Sohlen sind etwa 10 Meter von einander entfernt, so dass die Kohlenhöhe zwischen je zwei Sohlen etwa 50 Meter beträgt. Zuerst wird der obere Flötztheil vorgerichtet, wobei die Oerter das Bergmittel anhalten; diese sind 4 Meter breit, 2 Meter hoch, bauen also Firstenkohl an, welches beim Abbau der Pfeiler mit gewonnen wird. Nach 2 Jahren gewinnt man die untere Abtheilung, indem man aus einer Grundstrecke mit schwebenden Abbaustrecken, welche

145) Ponson a. a. O. II. p. 479.

146) Combes a. a. O. t. II. p. 230. — Ponson a. a. O. t. II. p. 481. — Fabricius: Die wichtigeren Steinkohlenreviere Belgiens und Frankreichs in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 8B. S. 182. 186.

10 Meter von einander entfernt sind, vorrichtet, aber immer nur einen Pfeiler, den man von Oben herab firstenartig aber möglichst schnell hereingewinnt. Nach Fabricius treibt man in beiden Flötztheilen gleichzeitig correspondirende streichende Vorrichtungsstrecken, und verhaut in schwebenden Abschnitten und zwar zuerst im oberen Flötztheil, dann im unteren, so dass in diesem der Verhieb beginnt, wenn in jenem der nächste Abschnitt angegriffen wird. Diese Baumethode würde dem zweiten Fall entsprechen:

2. Mit gleichzeitiger Vorrichtung und Abbau, wobei selbstredend im Allgemeinen die Gewinnung der Pfeiler im oberen Theil etwas voraussteht. Als Beispiele sind die Baue auf dem Heiligenwalder und Landsweiler Flötze der Redengrube bei Saarbrücken[147]) zu erwähnen, welche ein 1,439, beziehungsweise 1,308 Meter starkes Sandsteinmittel enthalten. Die Hauptförderstrecke wird in der Unterbank doppeltspurig getrieben; durch kurze Querschläge wird die Oberbank gelöst, in welcher gleichfalls eine, aber einspurige, Hauptstrecke aufgefahren wird, welche nach dem Abbau des Mittels zwischen zwei Querschlägen abgeworfen wird. Der Abbau erfolgt in beiden Bänken durch diagonalen Pfeilerbau, in der Oberbank werden die Pfeiler 8,369 Meter, in der Unterbank 4,185 Meter breit genommen, so dass die letztere die doppelte Zahl Vorrichtungsörter erhält, weil sie mächtiger ist. Die Strecken der Oberbank kommen stets auf die abwechselnden Pfeiler der Unterbank; selbstredend geht der Pfeilerbau oben etwas voraus. Bei gleichen Pfeilerbreiten in analogen Fällen setzt man besser Pfeiler auf Pfeiler.

Interessant sind bei verschiedenen Flötzen auf den Gruben bei Saarbrücken mit Zwischenmitteln von mehreren Metern die Wahrnehmungen, dass sich das obere Flötz besser bauen lässt, wenn der Abbau im unteren vorausgegangen ist und der Bruch sich gesetzt hat[148]); hierauf wird aber nur local gerechnet werden können.

3. Die Vorrichtung der Bauabtheilungen findet nur im untern Theile statt, während der Abbau vom unteren aus in beiden Theilen erfolgt, indem man in kurzen Entfernungen das Mittel durchbricht, mit Querschlägen bei stärkerer, mit Ueberbrechen bei schwacher Neigung, schnell im oberen Theile kurze Oerter auffährt und die Pfeiler abbaut, z. B. in Westfalen im Flötze 11, 5 und 6 Handbank.

4. Man kann, wie es ähnlich in dem Steinkohlenbassin von Rive de Gier geschieht, zunächst den unteren Theil mit dicht neben einandergeführten und vollständig versetzten Betrieben, gleichsam querbauartig gewinnen und auf den Bergen sich erheben zur Ausgewinnung der oberen Lagen[149]); es ist dies gewissermassen eine verbesserte Methode, wie sie oben für die Gewinnung schwacher, nahe an einander liegender Flötze angegeben ist.

[147]) Max Nöggerath a. a. O. S. 175.

[148]) Der Abbau des hangenden Flötzes auf Grube Jägersfreude in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 4B. S. 95.

[149]) Ponson a. a. O. t. I. p. 148; t. II. p. 461.

ee. Schüttungsverhältnisse der Steinkohlenflötze und Abbauverluste.

Sehr wichtig ist es bei dem Abbau der Steinkohlenflötze zu wissen, welche Kohlenquantitäten aus einem vorgerichteten Abbaufelde zu gewinnen sind, um in Rücksicht auf die Debitsverhältnisse rechtzeitig zur Vorrichtung neuer Baufelder schreiten zu können. In Westfalen sind darüber eingehende Versuche angestellt[150]). Die Kohlen von 118 Flötzen wurden gewogen und ergaben ein Durchschnittsgewicht von 95,31 Kilogramm auf einen gestrichenen Hectoliter, während sich das durchschnittliche specifische Gewicht aller Kohlen zu 1,35585 ermittelt. Ein Hectoliter destillirten Wassers wiegt 100 Kilogramm, mithin wiegt eine gleich grosse Masse anstehender Kohlen 1,35585 . 100 = 135,585 Kilogramm, so dass das Gewicht eines Hectoliters gewonnener Kohlen zu dem eines Hectoliters anstehender Kohlen sich verhält wie 95,31 : 135,585 = 1 : 1,4226. Hiernach würde ein Quadratmeter einen Meter hoch anstehender Kohle = 1 Kubikmeter nach der Gewinnung 1,4226 . 1 = 1,4226 Kubikmeter oder 14,226 Hectoliter Kohlen ergeben; nach langjährigen Erfahrungen nimmt man aber nur 12,00 Hectoliter an, so dass $15\frac{1}{2}$ pCt. als Verlust bei der Gewinnung anzusehen sind.

In Oberschlesien[151]) ergab sich früher nach den Ermittelungen des Oberberghauptmann Krug von Nidda bei der Anwendung von 3 pCt. Aufmaass, dass im grossen Durchschnitt aus einem Kubiklachter fester Kohlenmasse 53 Tonnen Kohlen gewonnen wurden, wonach bei einem Quadratlachter Flächenraum jeder Zoll der Flötzmächtigkeit $^{53}/_{80}$ Tonnen = $2\,^{13}/_{20}$ Scheffel schüttete; nach Abschaffung des Aufmaasses kann man aber auf eine Schüttung von $^{53}/_{80}$ Tonnen oder $2\,^{3}/_{4}$ Scheffel rechnen, während zur sicheren Berechnung auf Flötzstörungen und anstehen bleibende Pfeiler noch 9 pCt. in Abzug zu bringen sind, so dass man, wie in Westfalen, auf eine Schüttung von $2\,^{1}/_{2}$ Scheffel kommt, was ca. 12 Hectoliter auf den Kubikmeter entspricht.

In Saarbrücken[152]), wo nach dem Gewicht verkauft wird, schwankt die Ergiebigkeit eines Quadratlachters Kohlenflötz auf 1 Zoll Mächtigkeit zwischen 2,091 und 2,783 Centner und beträgt nach dem Durchschnitt der in unserer Quelle mitgetheilten Versuche 2,45 Centner, und da im Grossen und Ganzen 1 Scheffel Kohlen zu dem Gewicht von 1 Centner angenommen werden kann, so stimmen auch die hier gemachten Erfahrungen mit den westfälischen und schlesischen überein, wonach aus einem Quadratlachter Kohlenflötz auf ein Zoll Mächtigkeit $2\,^{1}/_{2}$ Scheffel Kohlen zu gewinnen sind.

[150]) Prüfung der Zuverlässigkeit einiger bei Kohlenberechnungen gebräuchlichen Zahlenangaben in „Der Berggeist", Ztg. f. B.-, H.-Wesen u. Industrie. Köln 1859 S. 453.

[151]) Jahrb. d. schles. Vereins f. B.- u. H.-Wesen. Breslau 1859. S. 263.

[152]) Max Nöggerath a. a. O. Bd. 3B. S. 177.

2. Pfeilerbau auf Braunkohlenflötzen.[153])

Die Verhältnisse, welche bei der Gewinnung der Braunkohlen auf die Wahl des Abbaues Einfluss haben, sind:

1. die gewöhnlich schwache Neigung der Braunkohlenflötze, welche oft in söhlige Lage übergeht;

2. das Fehlen von rasch aufeinander folgenden Faltungen, welche jedoch bei der Braunkohlenablagerung in der Mark Brandenburg sich auch findet[154]), wie im Ganzen auch anderwärts die Ablagerungen meist flache Mulden bilden, welche im Innern sich oft wellenförmig auf und nieder biegen;

3. die geringe Tiefe unter Tage;

4. die Beschaffenheit des Deckgebirges, des Liegenden und der Zwischenmittel, welche aus losen Massen von Sand, oft von Wasser durchtränkt, von mageren und plastischen Thonen bestehen;

5. die geringe Zahl der Flötze, da man oft es nur mit einem zu thun hat;

6. die oft sehr ansehnliche Mächtigkeit, welche nicht erlaubt, auf einmal zu verhauen;

7. die mehr oder weniger feste Beschaffenheit der Kohle, welche verschieden ist, je nachdem sie Erd-, Moor-, Pechkohle oder fossiles Holz ist;

8. auch kommt die Absonderung in Bänken mit oder ohne taube Zwischenmittel, die Zerklüftung und deren Regelmässigkeit in Betracht.

Im Allgemeinen findet sich, wenigstens bei den Braunkohlenablagerungen im nördlichen Deutschland, immer stärkerer Druck als bei den Steinkohlenflötzen, so dass möglichst schnelles Abwerfen der Baue geboten erscheint; anders ist es bei den Braunkohlengewinnungen in Böhmen, Steiermark, Kärnthen.

Die Ausrichtung erfolgt durch Stolln und Schächte. Weil man kleinere Baufelder nehmen muss, so vervielfältigt sich die Zahl der Ausrichtungsbetriebe, namentlich der Förderschächte.

Die Förderschächte stellt man in der Provinz Sachsen bei geneigter Lagerung des Flötzes in die Mitte der Grundlinie der rechteckigen Bauabtheilung, bei söhliger Lagerung in die Mitte der quadratischen Bauabtheilung. Nachdem man das Flötz mit dem Schacht erreicht hat, trocknet man es durch eine Ausrichtungsstrecke ab, welche nöthigenfalls nur in

[153]) Ottiliä: Das Vorkommen, die Aufsuchung u. Gewinnung der Braunkohlen i. d. preuss. Prov. Sachsen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 8B. S. 1. 113. — Seyfert: Das Braunkohlenbergwerk bei Riestädt, ebenda. Bd. 4B. S. 169. — v. Dechen in dem Aufsatz: Der Kuhlen- u. Tummelbau i. d. Brühler Braunkohlenrevier in Karsten Archiv 1831. Bd. 3. S. 521.

[154]) Plettner: Die Braunkohlenformation i. d. Mark Brandenburg in Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Bd. 3. S. 218; Bd. 4. S. 249. 460.

einem Theil der Mächtigkeit aufgefahren wird und zwar unter Beobachtung des Liegenden in starker Zimmerung oder selbst in Mauerung, wobei man bei bedeutenden Wassern wohl eine besondere Sumpf- oder Wasserstrecke auffährt. Sind die Kohlen milde und wasserdurchlassend, dann ist grosse Vorsicht nöthig, um plötzliche Wasserdurchbrüche zu verhüten; man geht dann wohl mit Abtreibezimmerung vor. Die Trockenlegung des Hangenden wird, wenn die Kohle das Wasser nicht durchlässt, in den übrigen Betrieben durch Bohrlöcher bis zum Hangenden oder aus der Grundstrecke durch Querschläge bis zum Hangenden bewirkt.

Wo ein mächtiges Flötz in mehren Etagen gebaut werden muss, oder wenn das Zwischenmittel zwischen mehren Flötzen nicht stark ist, treibt man bei geneigter Lage die Grundstrecke in der am besten geeigneten Flötzabtheilung und richtet querschlägig aus, bei söhliger Lage in der unteren Abtheilung und richtet durch Ueberbrechen aus; bekommt man dabei zu viel Pfeilerhöhe, so treibt man Theilungsörter.

Auf die Grösse der Schachtfelder ist die Art der Schacht- und Streckenförderung von Einfluss, die letztere ist abhängig von der Neigung. In der Provinz Sachsen wendet man bei geneigter Lagerung in den Abbauen meist Karrenförderung an, in den Förderstrecken Wagen auf Schienen und rechnet dann 21 Meter als Maximum der flachen Höhe. Bei Förderung mit dem Haspel im Schachte giebt man etwa 52 Meter flache Höhe und zu beiden Seiten 52 Meter Länge, bei Dampfmaschinenförderung gleichfalls 52 Meter Pfeilerhöhe, aber zu beiden Seiten 470 Meter Länge. Bei söhliger Lagerung beschränkt man die Karrenförderung so viel, wie möglich. Auf dem Braunkohlenbergwerk bei Riestädt wendete man Walzenhunde an.

Die Vorrichtung der einzelnen Baufelder kann, wie bei Steinkohlenflötzen, mittelst Diagonalen, Bremsbergen u. s. w. geschehen und richtet sich sehr nach der Neigung; man treibt jedoch niemals gleichzeitig viele Vorrichtungsörter wegen des dadurch entstehenden Drucks, und hält im Allgemeinen den Grundsatz fest, ein unterfahrenes Pfeilerstück so schnell wie möglich zu gewinnen und zu Bruche zu werfen, d. h. man gewinnt die Lagerstätte nach und nach in sehr kleinen Abschnitten. Wenn auch diagonaler Abbau vorkommt, so ist doch die Vorrichtnng unter rechtem Winkel die herrschende, wobei sich streichende und steigende (schwebende) unterscheiden lässt, bei deren Wahl die Richtung der Schlechten untergeordnet auch hier in Betracht kommt, vorzugsweise aber die Neigung und die Beschaffenheit des Hangenden, indem stärkere Neigung und leicht herein rollender alter Mann die streichende Vorrichtung empfehlen, welche auch meist überwiegt.

Je gebrächer an und für sich die Kohle, je stärker der Druck des Hangenden ist, desto grösser nimmt man die Pfeiler; in Sachsen richtet man sich bei streichender Vorrichtung meist so ein, dass zwei Brüche zugleich geworfen werden können und der Verhieb fallend erfolgt wie bei A in Fig. 294 dargestellt ist, wo der Pfeil die Richtung des Abbaues anzeigt.

Bei schwebender Vorrichtung hingegen baut man, wie bei B, in würfelförmigen Körpern, weshalb der Pfeilerbau auf Braunkohlen auch wohl Würfelbau heisst, streichend ab; die Pfeiler zwischen den steigenden Strecken werden 8 bis 21 Meter lang genommen, oft auch wie C in Fig. 295 zweiflügelig zu jeder Seite 21 Meter.

Der Abbau wird auch wohl als Bruchbau bezeichnet, weil man gleich das Hangende zu Bruch baut; man benennt dabei in der Provinz Sachsen,

Fig. 294.

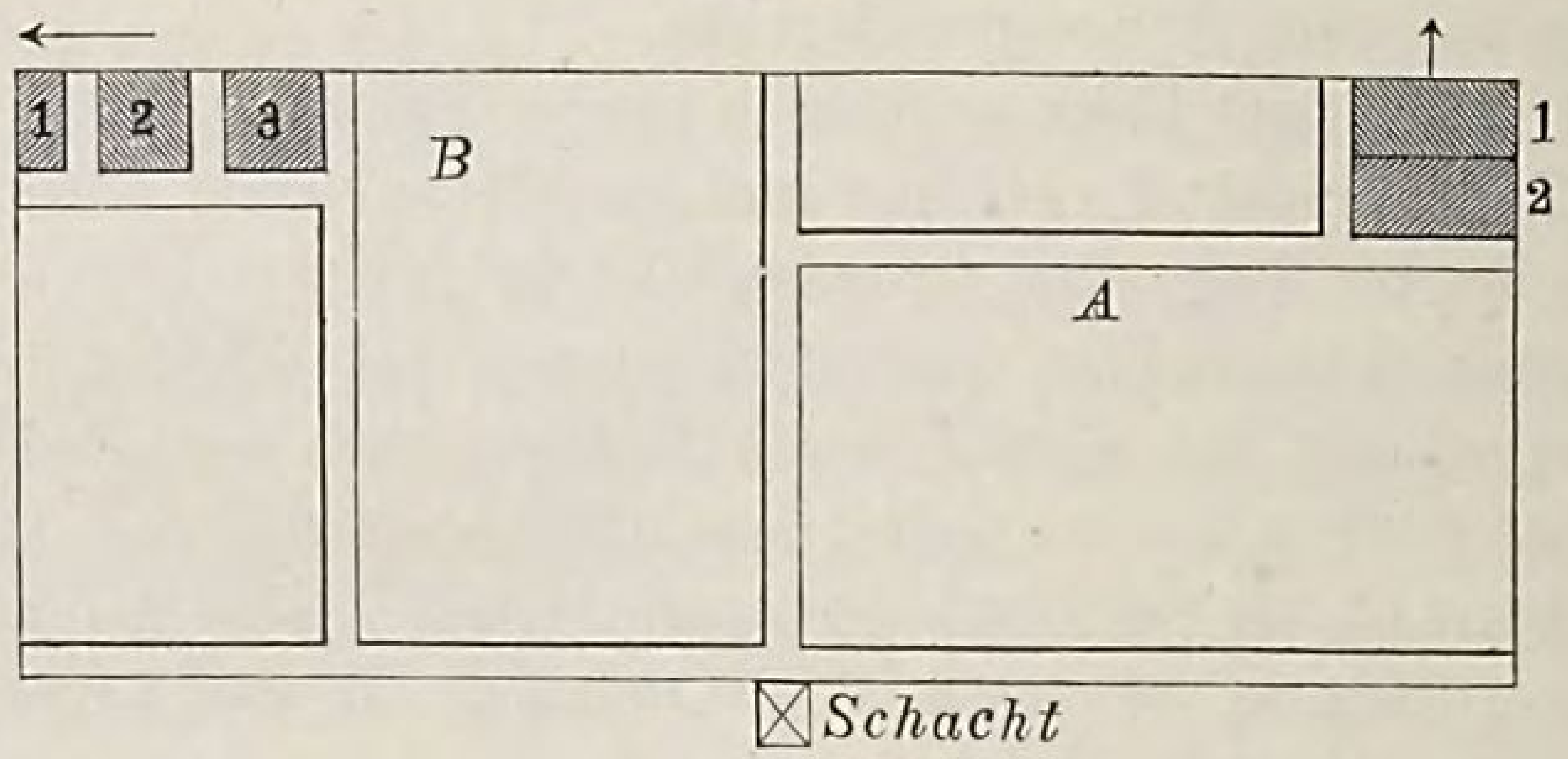


Fig. 295.

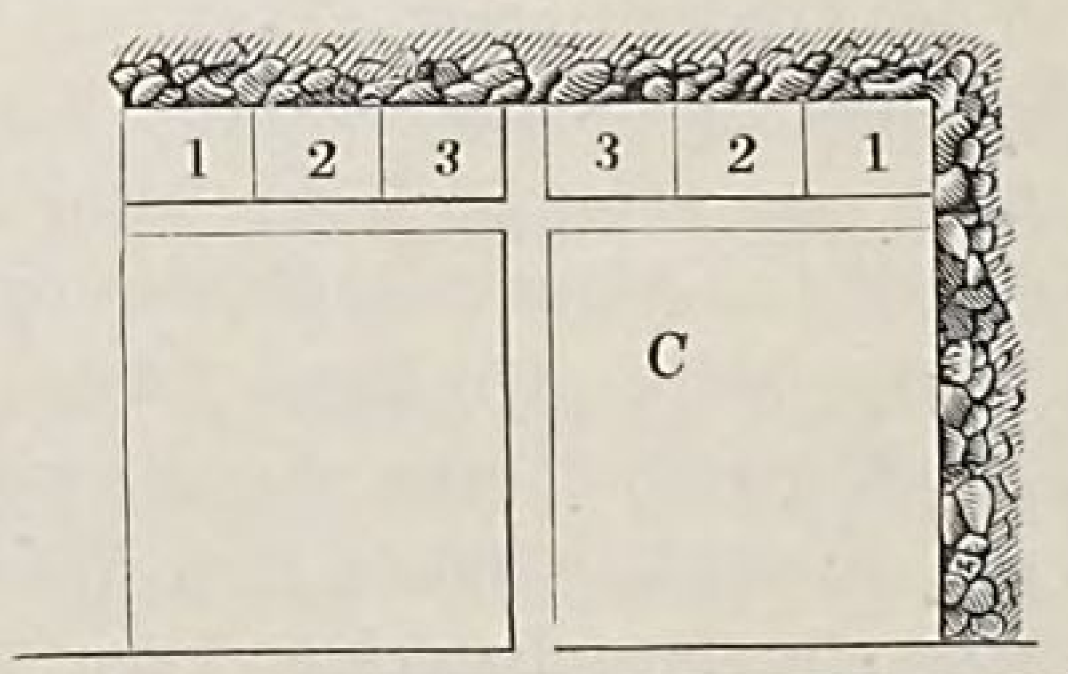


Fig. 296.

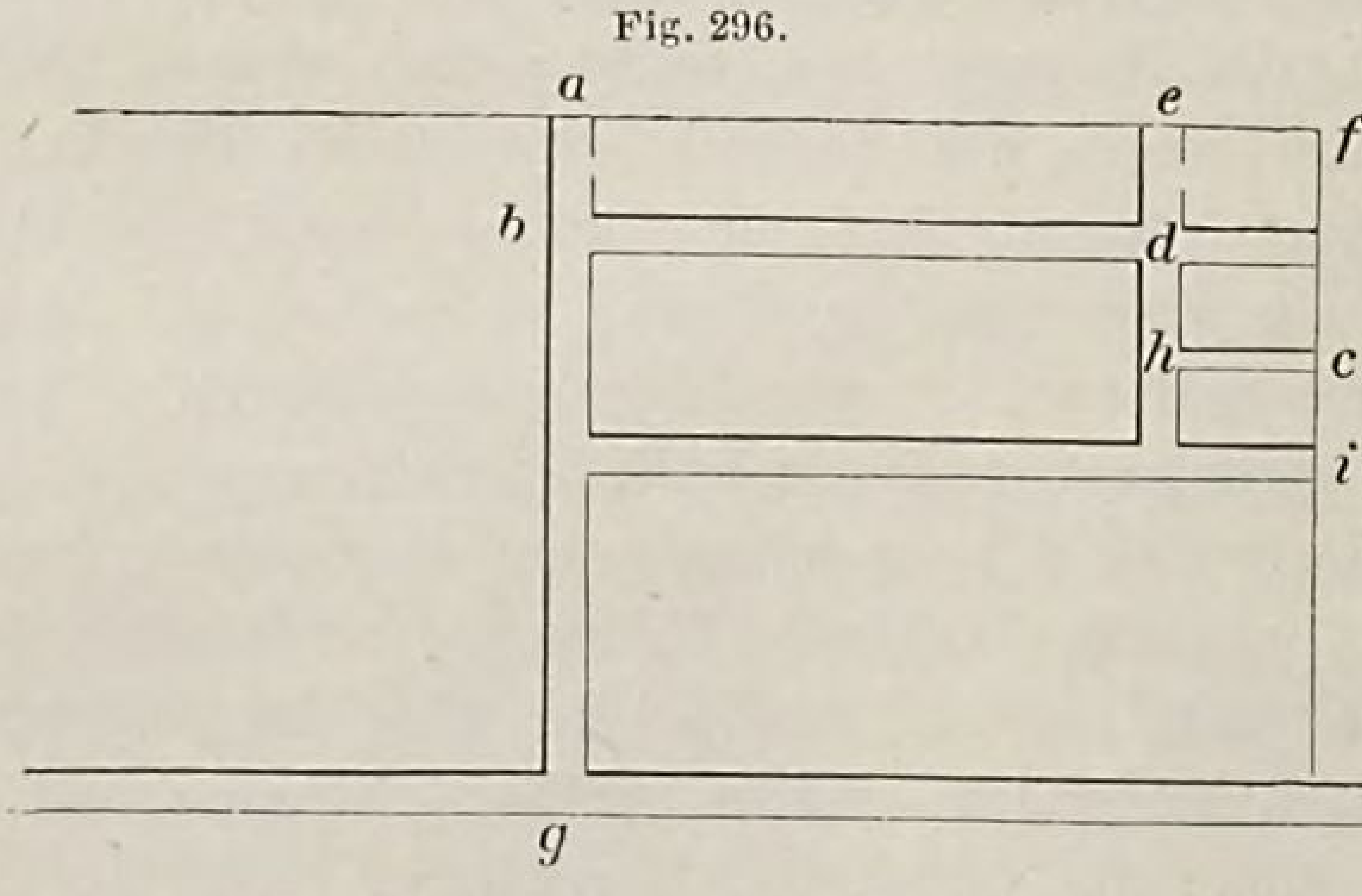


Fig. 296, ag Abbauort, bd Pfeilerort, abdf Bruchpfeiler, de Bruchort, hc Theilungsort, wenn man zwei Brüche unter einander setzt. Die Grösse der Brüche richtet sich nach der Festigkeit der Kohle und nach Art des Hangenden, welches gehen will oder gehen soll; je lockerer und leichter brechend das Hangende und je fester die Kohle, die also weniger leicht zerdrückt wird, desto kleiner muss man die Brüche nehmen. In Sachsen

bestimmt man die Bruchlängen nach Feldern d. h. nach den Entfernungen zwischen zwei Paar Thürstöcken, welche gewöhnlich 1,569 Meter, stellenweise 1,046 Meter beträgt. Oft erhält die Bruchfläche, bei welcher man Pfeiler- und Bruchort mit rechnet, 2 Feld zu 1,569 Meter = 3,138 Meter

Fig. 297.

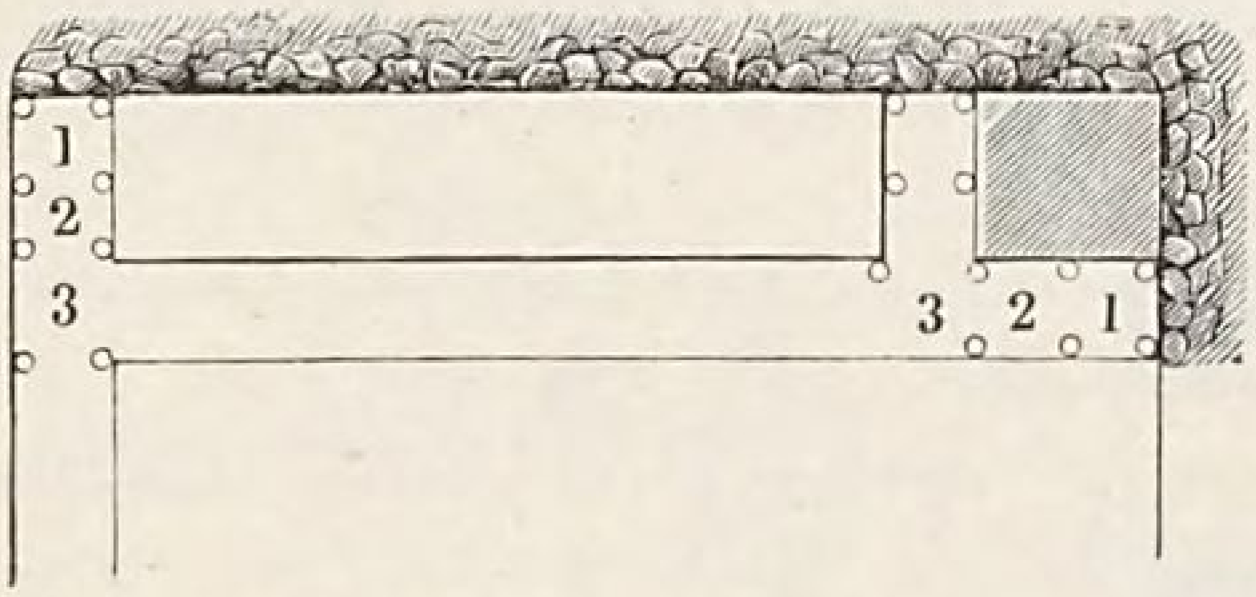


Fig. 298.

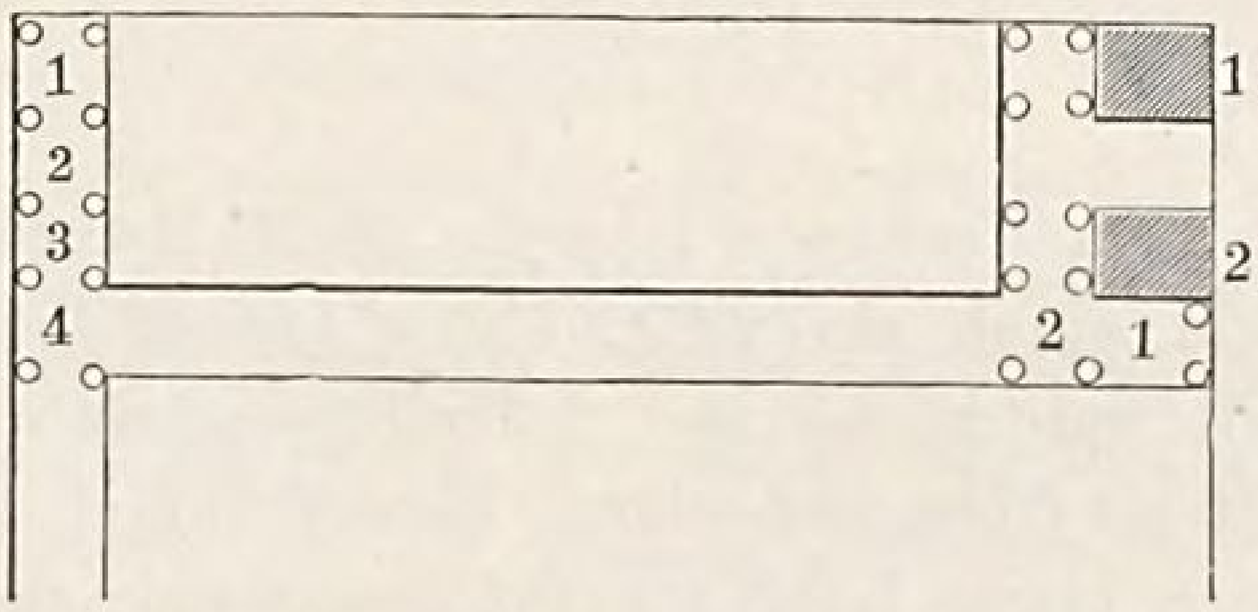
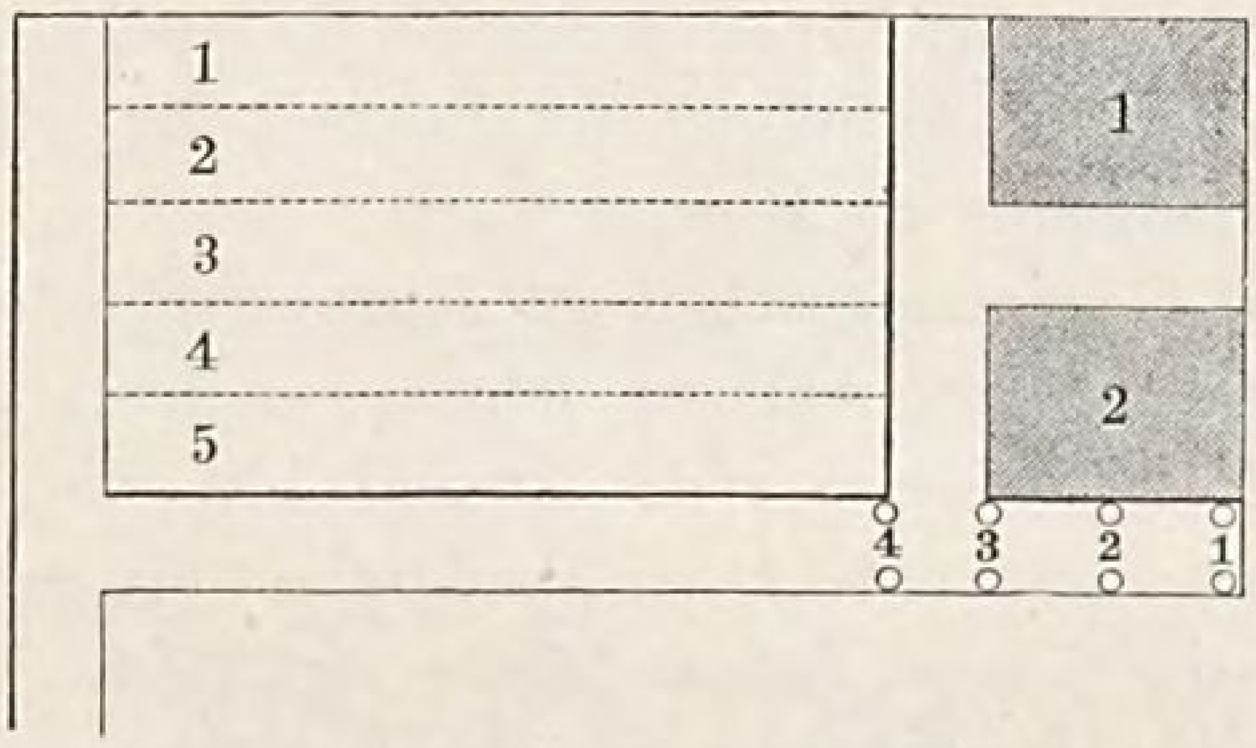


Fig. 299.



Seite = 10 Quadratmeter Fläche, oft auch 3 Feld, also 4,717 Meter Seite und 22 Quadratmeter Fläche, oft noch mehr.

Hiernach bildet man die Brüche bei 3 Feld, wie in Fig. 297; bei 2 Feld, da 1 Feld Pfeiler nicht gut stehen bleiben kann, mittelst Theilungsortes wie Fig. 298, wo also zwei Brüche untereinander liegen; ähnlich verfährt man, wenn man zwei drei Feld grosse Brüche unter einander legen will, wie in Fig. 299. Auf den vereinigten Neindorfer Gruben erhalten die steigenden Abbauörter 21 Meter Entfernung, die Brüche 3 Feld Seite, der Pfeiler also 2 Feld = 3,138 Meter Stärke; auf der Grube Friedrich Wilhelm bei Eistorf erhalten die Brüche 3 Feld Seite, wie in Fig. 297; auf den Gruben des Neuglücker Vereins bei Nietleben 2 Feld mit zwei unterliegenden Brüchen, wie in Fig. 300, wo a b c d der erste, a b e f der zweite Bruch ist. Zwei drei Feld grosse Brüche unter einander, wie Fig. 299,

nimmt man auf den Ascherslebener Gruben, weil die Kohle milde ist und das Hangende leicht bricht; auf der Königlichen jetzt abgebauten Braunkohlengrube zu Altenweddingen hatte man nur 2 Feld oder 4,378 Quadratmeter grosse Brüche, legte aber zwei untereinander.

In Riestädt, Fig. 301, sind die Abbauörter 31 Meter von einander entfernt, die flache Höhe beträgt 42 Meter, die streichenden Pfeiler sind

Fig. 300.

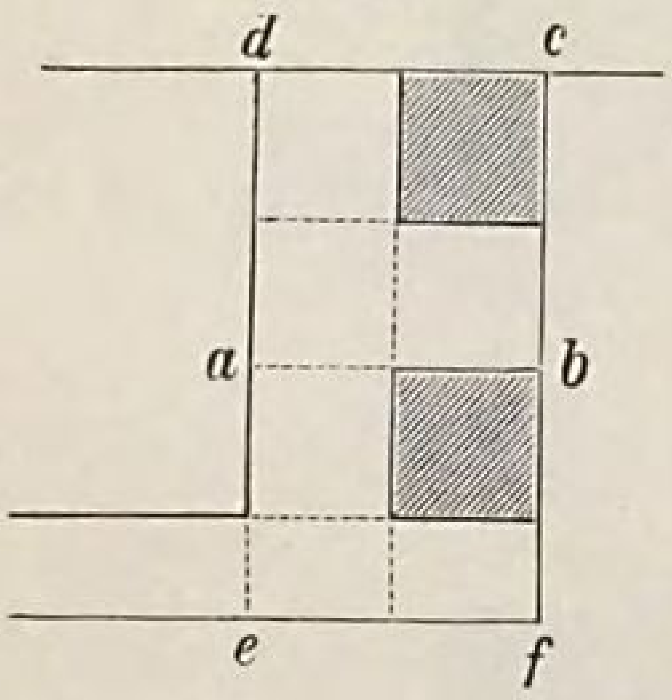
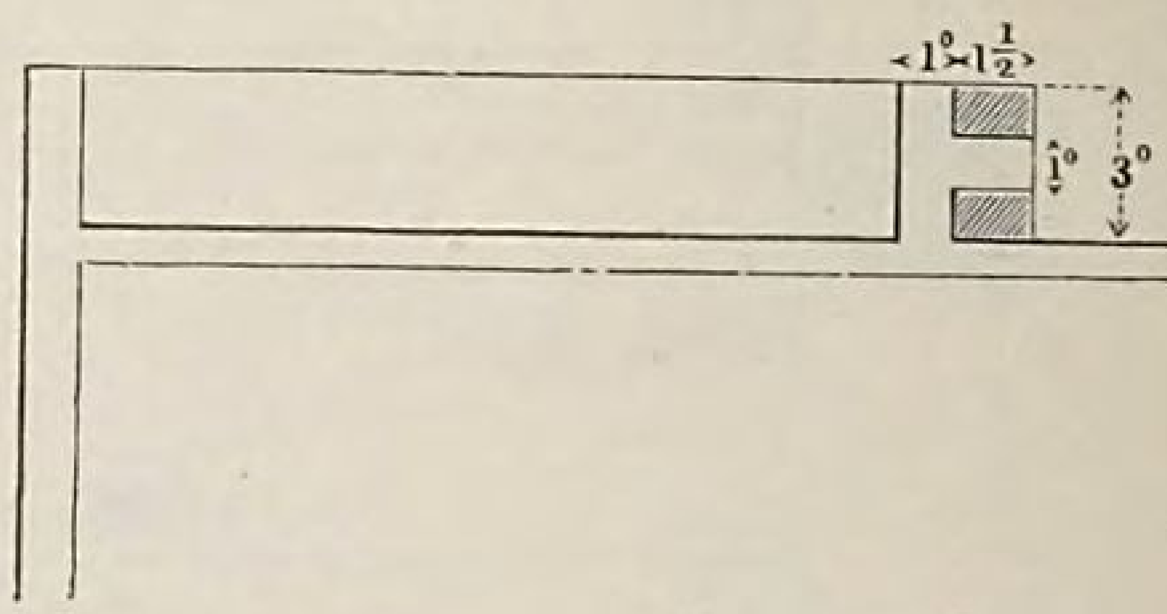


Fig. 301.



6,277 Meter stark; zum Verhauen kommen 3,138 Meter breite Abschnitte, welche gebildet sind durch ein 2,092 Meter breites Pfeilerort und durch ein gleiches getheilt werden, so dass 2 Pfeilerabschnitte von 3,138 Meter Länge und 2,092 Meter Höhe entstehen. Eigenthümlich ist hier, dass man die nicht förderbaren klaren Kohlen nebst den Bergen aus Zwischenmitteln zu einer Art Versatz für den ausgehauenen Raum benutzt, das Hangende durch darauf gesetzte, immer kürzer werdende Stempel eine Zeit lang stützt und erst nach möglichster Anfüllung des Raumes die letzten Hölzer raubt und dadurch das Hangende zu Bruche wirft.

Die eigentliche Gewinnungsarbeit ist sehr verschieden. Wenn Schram oder überhaupt regelmässige Ablösen fehlen, so haut man im Bruchort essenartig in die Höhe, baut so viele Firstenkohle, wie das Hangende erfordert, an und geht dann mit ganzer Mächtigkeit bis zum alten Mann vor; sind aber regelmässige Lagen, Schrambänke vorhanden, so baut man ähnlich bankweise, wie auf mächtigen Steinkohlenflötzen, gewöhnlich firstenartig ab, wie z. B. in Riestädt. Gegen das Hereinrollen des alten Mannes schützt man sich durch Versetzungen, die aber nicht so stark zu werden brauchen, wie in Oberschlesien, jedoch ziemlichen Verschluss gestatten. Streichende Pfeiler mit schwebendem Verhieb haben den Vortheil, dass ein Theil des alten Mannes seitwärts liegt, also weniger zum Hereinrollen geneigt ist. Mit dem Bauen in Oberschlesien verglichen, ist das Verfahren sehr analog demjenigen, wo Beine zwischen den Abschnitten belassen werden, nur sind diese in Oberschlesien schwächer als die Breite der Abschnitte, bei Braunkohlen hingegen sind sie mindestens eben so breit oder breiter, als die Abschnitte. Zimmerung in den Abbauen wird nach Bedürfniss angewendet; bei kleineren Brüchen genügt oft ein mit Anpfahl versehener Bruchstempel, den man dann gleich in die mittlere Esse setzt; oft hat man auch viele Stempel nöthig, die dann meist verloren gehen. Wird

die ganze Mächtigkeit durch die Streckenhöhe hereingewonnen, so treibt man das Bruchort mit vollem Holze bis zum alten Mann und lässt diese Zimmerung bis ganz zuletzt darin.

Aehnlich wie der hier namentlich von den Gruben in der Provinz Sachsen beschriebene Abbau ist der auf den Braunkohlengruben Viernich bei Commern und auf der Haardt bei Ober-Kassel am rechten Rheinufer[155].

Auf der fiskalischen Braunkohlengrube am Habichtswalde bei Kassel ist auf die quellende Eigenschaft des Liegenden das Abbausystem gegründet. Die Mächtigkeit der Braunkohlenablagerung beträgt 4 Meter, steigt aber bis 7 Meter, das Fallen ist 6 bis 8, stellenweise 12 bis 16 Grad, das Liegende ist plastischer Thon, das Hangende ist zunächst Letten in wechselnder Mächtigkeit von 30 Centimeter bis 9 Meter, darüber liegt feinkörniger, oft schwimmender Sand. Die Ausrichtung des Lagers ist bisher durch Stolln erfolgt. Die in Bau zu nehmenden Kohlenpfeiler werden durch Strecken rechtwinkelig durchörtert, wobei man die Entfernung der Strecken von einander von den augenblicklichen Verhältnissen der Mächtigkeit und des Fallens, so wie des Drucks abhängen lässt. Die Stärke der zwischen den Strecken stehen bleibenden Pfeiler wechselt daher zwischen 5 und 20 Meter. Ein Zubruchegehen des Dachs muss sorgfältig vermieden werden, weil sonst folgenschwere Verschlämmungen eintreten. Nach der Durchörterung des Pfeilers beginnt das Liegende sich zu heben und der Letten erfüllt allmälig sämmtliche Strecken bis zur Firste, für dieselbe eine sichere Unterstützung bildend. Zur völligen Ausfüllung ist sehr verschiedene Zeit erforderlich, an einzelnen Stellen genügen 3 Monate, an anderen bedarf es zweier Jahre. Nach der Ausfüllung der Strecken wird eine zweite Durchörterung des Abbaupfeilers in gleicher Weise wie vorher vorgenommen, wobei man die neuen Strecken dicht an den früheren Oertern entlang führt.

Ein bemerkenswerther Abbau findet auf dem 34,128 Meter mächtigen Braunkohlenflötze zu Sagor in Ost-Krain statt[156]. Das Flötz hat ein Fallen von 60 bis 80 Grad und wird durch ein ca. 0,316 Meter mächtiges Kohlenmittel, welches zwischen zwei thonigen Sandschnüren liegt, in ein hangendes Flötz von ca. 11,376 bis 13,272 Meter Mächtigkeit und in ein liegendes Flötz von ca. 22,752 Meter Mächtigkeit getheilt, von denen jedes durch Zwischenmittel in mehre Bänke (Blätter) getrennt ist und zwar das obere in 12, das untere in 21. Das liegende Flötz wird

155) v. Dechen in Karsten Archiv Bd. 3. S. 521.

156) Beer: der Abbau des 18 Wiener Klafter mächtigen Braunkohlenflötzes zu Sagor in Ost-Krain in berg- u. hüttenm. Jahrbuch der k. k. Bergakademie zu Przibram u. Leoben u. d. k. ungar. Bergakademie zu Schemnitz für das Studienjahr 1868/69. Prag 1870. S. 278. — „Berggeist", Köln 1870. S. 631. — Zeitschr. des Vereins deutsch. Ingenieure. Bd. 15. S. 121. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1874. S. 112. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1881. S. 5.

wegen seiner vielen bituminösen Schiefermittel nicht überall in Abbau genommen; das hangende Flötz ist dunkelschwarz, fest und stückreich. Das Liegende bildet ein weisser, plastischer feuerfester Thon; als Dach findet sich zunächst bituminöser Schiefer, darüber Mergelschiefer und Kalkmergel, ferner Sande, Sandstein und Conglomerate. Die Lösung der Baue erfolgt durch Stolln, doch bedient man sich auch seigerer und flacher Schächte zur Förderung und Wetterlosung, von denen aus das Flötz durch Querschläge gelöst ist. Die einzelnen Abbaufelder erhalten nach Massgabe der Hauptverwerfungen eine Länge von 189 bis 379 Meter; eine grössere Länge wählt man nicht, um die möglichen Grubenbrände isoliren zu können.

Von dem im Streichen des Flötzes getriebenen Stolln s, Fig. 302. 303, aus wird in der Mitte des Baufeldes eine querschlägige Strecke a bis zum Liegenden aufgefahren und auf dieselbe ein Schacht b seiger oder flach gestellt und bis zur obern Baugränze aufgehauen; da er zur Förderung dient, wird er auf seiner Hängebank mit einem Bremswerke versehen. Ausserdem wird ein Fahrschacht c flach, in der Regel innerhalb der Scheide zwischen dem hangenden und liegenden Flötztheile H und L getrieben und mit dem Querschlage a in Verbindung gesetzt; auch dieser Schacht wird, wie der Förderschacht, durch Ueberbrechen hergestellt und zwar auf die ganze gelöste Pfeilerhöhe. Der Abbau erfolgt von Oben nach Unten in 2,844 bis 5,056 Meter hohen Streifen (Œtagen), worauf die verhauenen Räume theilweise mit Bergen versetzt werden; die Höhe der Etagen richtet sich nach der Beschaffenheit des Nebengesteins, nach der Festigkeit der Kohlen und nach der Neigung zur Entwickelung brandiger Wetter aus dem alten Mann. Die Lösung der einzelnen Etagen erfolgt aus dem Bremsschacht b, indem zunächst die söhligen Querstrecken 1, 2, 3 u. s. w. 1,896 Meter hoch und 1,517 Meter breit angesetzt und bis zum Hangenden und Liegenden erlängt werden; wenn nur die hangende Flötzbank abgebaut wird, so treibt man diese Querstrecken nur in der Richtung nach dem Dach. Die erste Querstrecke 1 liegt mit ihrer Sohle je nach der Höhe der Abbaubänke 2,844 oder 5,056 Meter unter dem Ausgehenden oder dem alten Mann, wodurch im ersten Falle 0,948 Meter, im anderen 3,160 Meter Kohle in der Firste angebaut werden. Aus der Querstrecke 1 — später auch aus 2, 3 . . . — wird 0,948 bis 3,160 Meter vom Hangenden die streichende Abbaustrecke I — beziehungsweise II, III . . . — 1,896 Meter hoch, 1,517 Meter breit, nach beiden Abbaugränzen hin, also nach jeder Seite 99,800 bis 189,600 Meter aufgefahren. Von dieser Abbaustrecke werden in Entfernungen von 0,948 bis 1,896 Meter querschlägig 1,896 bis 2,844 Meter breite und 1,896 Meter hohe söhlige Abbaustrecken e (Kreuzstrecken, Querschläge genannt) getrieben, zwischen welchen 1,896 bis 2,844 Meter breite Kohlenpfeiler p entstehen. Die Breite der Kreuzstrecken e und dem entsprechend die Stärke der Pfeiler p richtet sich nach der Beschaffenheit der Kohle; ist diese mürbe, so wird Strecke und

Pfeiler 1,896 Meter breit, ist sie fest, so wird die Strecke 0,948 Meter, der Pfeiler 2,844 Meter breit genommen. Die Gewinnung der Kohle in den erwähnten Vorrichtungsstrecken erfolgt in der Weise, dass mittelst

Fig. 302.

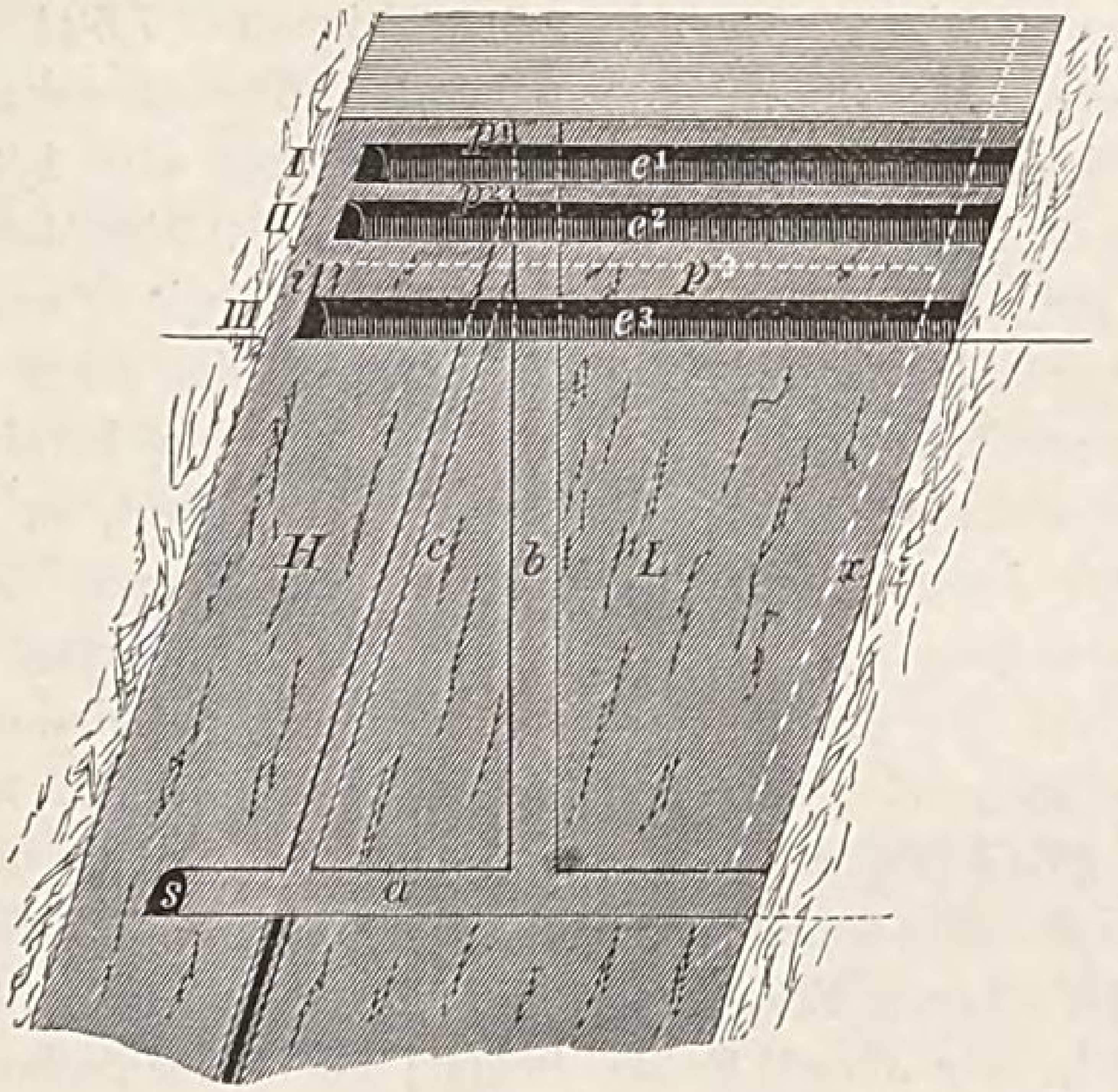
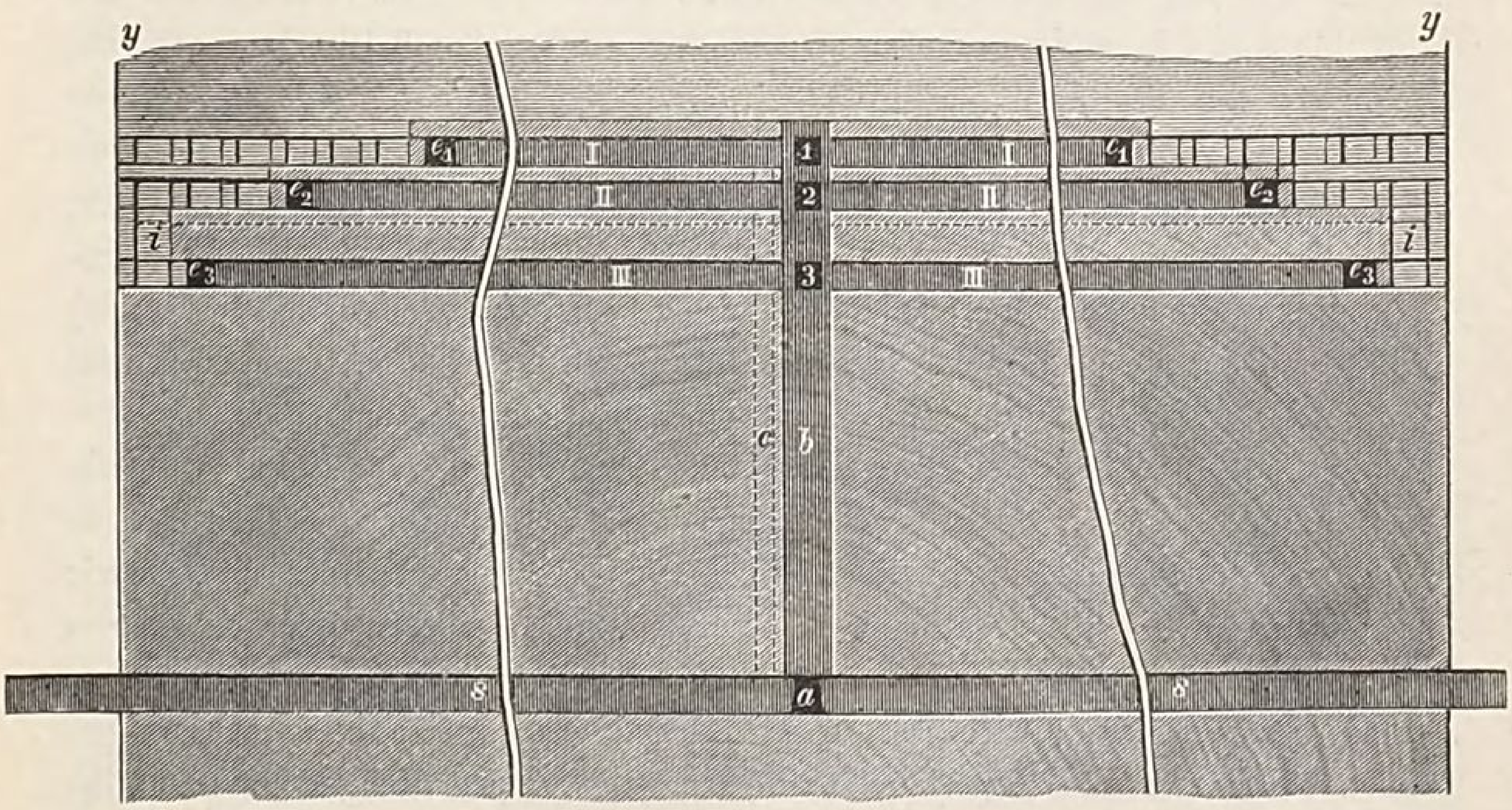


Fig. 303.



der Spitzhauen zu beiden Seiten ein 0,948 Meter tiefer Schlitz, demnächst ein 0,237 bis 0,316 Meter tiefer Schram über der Sohle geführt wird, worauf mittelst zweier Bohrlöcher das Kohl hineingeschossen wird. Wenn die Beschaffenheit der Kohle es gestattet, wird nur einmal oder auch gar

nicht geschlitzt. Der Ausbau in den Strecken erfolgt gar nicht oder nur spärlich, nur die Kreuzstrecken werden, wenn keine Kohle angebaut wird, mit Thürstockzimmerung versehen, welche nachher beim Abbau der Pfeiler p wieder geraubt wird. Die Ausgewinnung der Pfeiler erfolgt von Oben nach Unten zuerst in dem Horizont 1, I, dann in 2, II u. s. f., doch muss der Abbau im oberen Horizonte dem im nächstfolgenden 7,584 bis 9,480 Meter voran sein (vergl. Fig. 303). Wenn in den Kreuzstrecken 0,948 Meter Kohle in der Firste angebaut werden, die Strecken also 1,896 Meter hoch sind, so gewinnt man den Pfeiler streichend in 0,948 Meter breiten Abschnitten bis auf die Streckenhöhe und stützt die Firstenkohle durch Stempel und Anpfahl; nach erfolgtem Schlitzen der Firstenkohle werden die Stempel geraubt, worauf die ganze Firstenkohle hereinbricht. Wird aber in den Kreuzstrecken Firstenkohle nicht angebaut, so werden gleichfalls 0,948 Meter breite Pfeilerabschnitte in der ganzen Etagenhöhe von 2,844 Meter gewonnen und durch Rauben der Zimmerung in den Kreuzstrecken das Dach zu Bruche geworfen. Wenn hierbei der zum Grubenbrand geneigte hangende Mergel nicht mit hereinbricht, wird die zweite Etage wieder 2,844 Meter hoch genommen, andrenfalls müsste dieselbe 3,160 Meter hoch genommen werden. Im ersten Fall erfolgt der Abbau ganz wie in der oberen Etage, wo man die Pfeiler fast in dieselbe Verticalebene, wie in der oberen Sohle, bringt; auch hier findet das Zubruchewerfen, wie in der ersten Etage statt. Die nächstfolgende Etage wird dann aber 5,056 Meter hoch genommen, um den Versatz anbringen zu können. Die Kreuzstrecken e_3 werden 1,896 Meter hoch, 1,896 bis 2,844 Meter breit bis ans Liegende aufgefahren, in der Firste also 3,160 Meter Kohle angebaut; die Pfeiler p_3 erhalten je nach der Beschaffenheit der Kohle eine Stärke von 0,944 bis 1,896 Meter und werden in Abschnitten von 0,944 Meter Breite streichend abgebaut, jedoch nur in Höhe von 1,896 Meter, wobei der ausgehauene Raum nach Massgabe der fortschreitenden Gewinnung mit feuerfestem Material (hangendem Mergel aus dem alten Manne) oder mit Dammerde versetzt wird. Hierauf wird aus der Abbaustrecke III seiger 1,896 Meter in die Höhe gebrochen und unmittelbar über der versetzten Kreuzstrecke e_3 eine zweite i in denselben Dimensionen wie die untere, aufgefahren, welche also den Versatz der unteren Strecke zur Sohle hat. Demnächst wird die 1,264 Meter mächtige Firstenkohle, so wie der übrige Pfeiler p_3 gerade so hereingenommen, wie es bei den oberen Etagen beschrieben ist und die Firste zu Bruche geworfen. Gestattet es die Beschaffenheit der Kohle, so wird die obere, auf dem Versatz aufgefahrene Kreuzstrecke sogleich in der ganzen noch übrigen Kohlenhöhe aufgefahren, was mehr Holz kostet, aber mehr Stückkohle liefert. Da der Versatz den Zweck hat, den hangenden Mergel, welcher sehr zum Brande geneigt ist, von dem Flötze beim Zubruchewerfen abzuhalten, fährt man in dem Horizont III nur immer eine Kreuzstrecke auf und nimmt nur einen Pfeiler in Abbau, um den Bruch und den Druck des Hangenden

besser in der Gewalt zu haben, erst wenn Alles in Ruhe ist, fährt man eine neue Kreuzstrecke auf. Das Versatzmaterial wird vom Tage her durch besondere Schächte (z. B. x in Fig. 302) eingebracht, welche am Liegenden angelegt und mit den Abbauhorizonten in Verbindung gesetzt werden. Die Wetter fallen durch den Versatzschacht ein, vertheilen sich durch Abbau- und Kreuzstrecken und ziehen durch den Stolln zu Tage. Die Förderung erfolgt in den streichenden Abbaustrecken mittelst englischer Wagenförderung; die Wagen werden entweder direct vor die Oerter gefahren, oder die Kohle wird in Trögen nach den Abbaustrecken zu den Wagen getragen; von den Abbaustrecken gehen die Wagen zum Bremsschacht und von hier durch den Stolln zu Tage.

Auf den mächtigen Braunkohlenflötzen in Böhmen[157]) hat man allgemein einen ähnlichen Etagenbau mit Bergeversatz eingeführt und erreicht dadurch die Möglichkeit eines vollkommen reinen Abbaues, so wie die Vermeidung gefährlicher Grubenbrände.

Auf dem 15,2 Meter mächtigen Braunkohlenflötze zu Koeflach[158]) wird gleichfalls Etagenbau, aber in Verbindung mit Bruchbau, also ohne Bergeversatz geführt. Das Flötz ist durch einen seigeren Schacht gelöst, von welchem aus in der Tiefe von 50 Meter die Ausrichtungsstrecke nach Osten 60 Meter, nach Westen 400 Meter weit bis zur Baugränze aufgefahren ist; von 30 zu 30 Meter oder auch von 60 zu 60 Meter sind Aufhauen im Flötze bis zum Ausgehenden desselben getrieben, welche eine flache Pfeilerhöhe von 32 bis 44 Meter constatirten. Der Abbau wird im Osten und Westen an der Baugränze begonnen, nachdem die Aufhiebe im Osten mit Bremsvorrichtungen zur Förderung versehen sind, während auf der flacheren Abtheilung im Westen die gewonnenen Kohlen in den Aufhieben, als Rolllöcher, abgestürzt werden. Von den Aufhieben werden unmittelbar am Liegenden 6, die Etagen begränzende Strecken von 4 Meter Höhe getrieben, zwischen Aufhieb und Baugränze wird von jeder Etagensohle das Flötz querschlägig bis zum Hangenden durchörtert und von diesen Querschlägen aus gleichzeitig eine Strecke im Streichen des Flötzes am Hangenden desselben aufgefahren. Bei dem Abbau beginnt man mit der obersten Etage der Bausohle von oben her am Liegenden, wo das Abbauort 4 Meter breit und 4 Meter hoch genommen und durch die ganze Feldesabtheilung ausgewonnen wird; derartige Abbauörter werden im Liegenden 3 übereinander geführt, Fig. 304, darauf wird der Mittelpfeiler 4 in der unteren Etage gleichfalls je 4 Meter breit und hoch, demnächst der hangende Pfeiler 5 gewonnen, worauf in der Reihenfolge der Nummern in der Figur fortgefahren wird, bis die ganze Etage ausge-

[157]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1876. S. 341. — The Mining Journal. London. Vol. 47. p. 195.

[158]) Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins f. Steiermark u. Kärnthen. Klagenfurt 1877. S. 137.

wonnen ist; wenn man mit der untersten Etage bis zum Pfeilerabschnitt 12 gelangt ist, wird der Bau in gleicher Weise in der zweiten Etage begonnen, Fig. 305. Vor dem Zubruchewerfen jedes einzelnen Abbauortes wird der feste Stoss und die Sohle mit Brettern verzogen, damit der be-

Fig. 304.

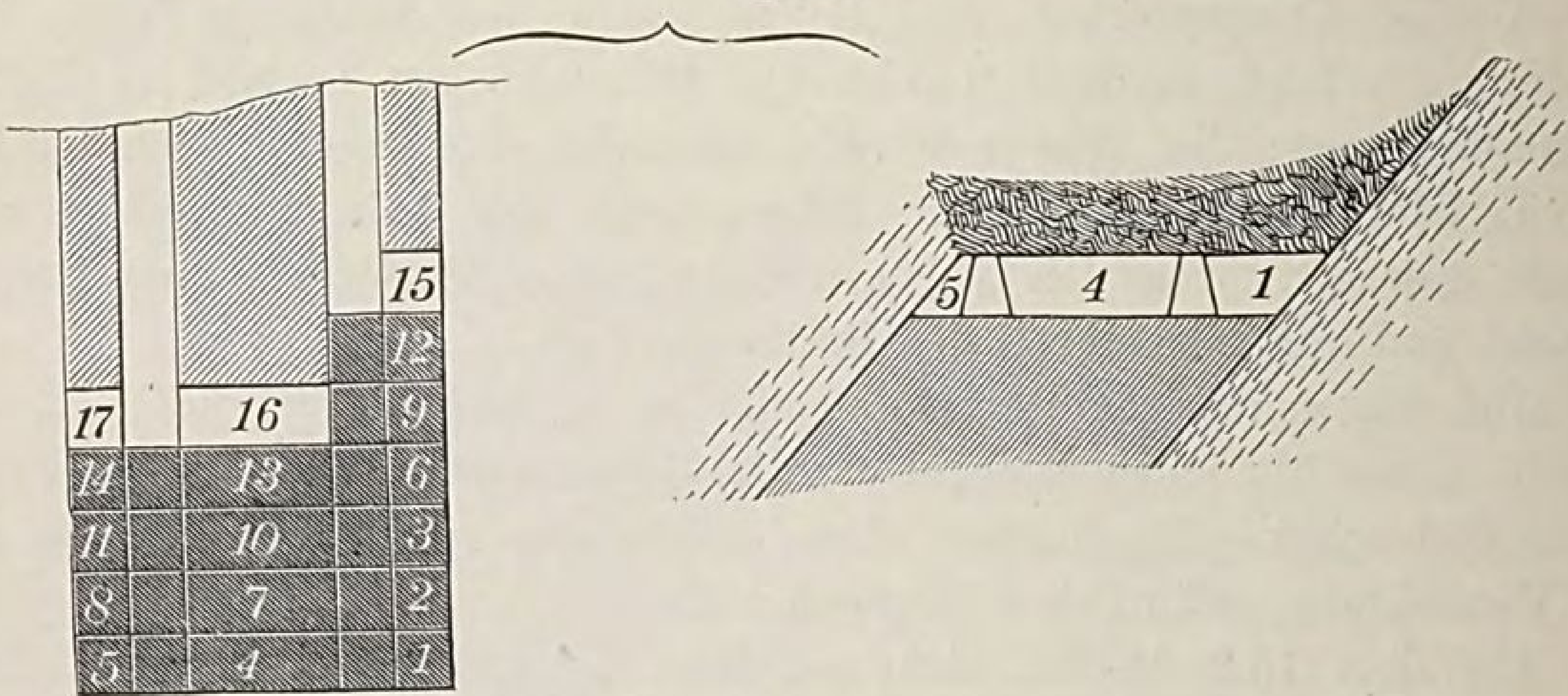
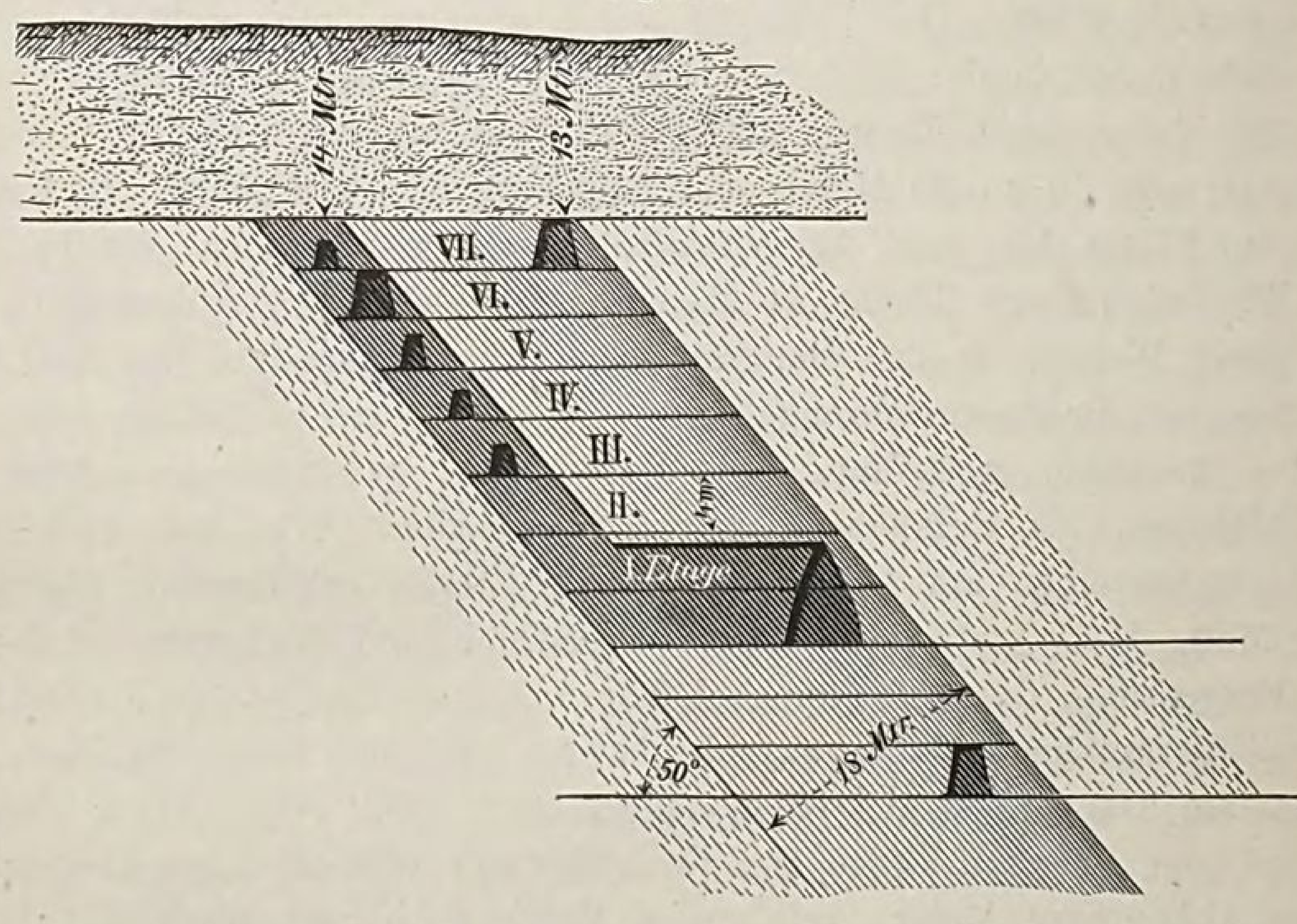


Fig. 305.



nachbarte und unterliegende Bau gesichert ist. Um das Zubruchegehen herbeizuführen, wird alles Holz, welches gewinnbar ist, herausgenommen, worauf man mehre zurückbleibende Stempel, Kappen u. s. w. anbohrt und mittelst Dynamitschüssen zu Bruche wirft.

b. Theilweiser Abbau und Oerterbau.

Der theilweise Abbau, sowie die besondere Form desselben, welchen man Oerterbau genannt hat, giebt stets einen Theil der Substanz der Lagerstätte innerhalb des Abbaufeldes Preis, entweder um den an-

deren Theil mit grösserer Sicherheit und mit Ersparung an Unterstützungsmaterial gewinnen zu können, oder um die Wirkungen auf das Deckgebirge und die Oberfläche, welche den vollständigen Abbau begleiten würden, zu vermeiden oder doch in engere Gränzen einzuschliessen, sei es um die Oberfläche und deren Anlagen zu schützen, sei es um Vorrichtungen zum Grubenbau selbst offen zu erhalten, sei es endlich, um das Eindringen von Wasserläufen der Tagesoberfläche oder von oberen Wassermassen der Gruben in tiefere Baue oder in die Baue überhaupt zu verhüten. Die Aufrechthaltung des Hangenden, ganz oder theilweise, ist stets der Zweck dieser Abbaumethode. Oft sind beide hier angegebenen Gründe zur Wahl der Abbaumethode vorhanden, z. B. bei Steinsalz, wo das Zubruchewerfen des Daches leicht auch das hier überaus zu fürchtende Eindringen von Wassern zur Folge haben kann.

Von diesem systematischen Aufopfern eines Theils der Substanz innerhalb der Abbaufelder unterscheidet sich zwar nicht dem allgemeinen Zwecke, aber der Ausführung nach das Stehenlassen von Sicherheitspfeilern um die Abbaufelder zum Isoliren des alten Mannes, sowie von ganzen Bergfesten d. i. unverritzten Theilen der Lagerstätten wesentlich, namentlich ist das Letztere stets durch die concreten Verhältnisse bedingt.

Wie ersichtlich ist der zweite Grund der allgemeinere uud kann daher bei Lagerstätten aller Art vorkommen, in der hier berührten Weise jedoch meist nur bei nicht zu stark geneigten plattenförmigen Lagerstätten, die für gewöhnlich aus Mangel an Versatz durch Pfeilerbau ausgewonnen werden. Das Verfahren kommt recht häufig auf Steinkohlenflötzen vor z. B. in Westfalen auf den Gruben, welche unterhalb des Ruhrbettes bauen, auch versuchsweise auf dem 6,800 Meter mächtigen Sattelflötz der Königsgrube in Oberschlesien, um die Grundentschädigungen, welche das Gehen der Brüche veranlasst, zu vermeiden und auch mit Rücksicht auf die Verhinderung von Grubenbrand[159]); auch auf dem Karolineflötz der Fannygrube in Oberschlesien[160]) hat man den Abbau versucht, das Hangende des Flötzes ist klotziger Sandstein, welcher nicht leicht zu Bruche geht, so dass, wenn man das Brechen nicht überhaupt vermeidet, der Grubenbrand aus den oberliegenden Flötzen Glück und Fanny in das Karolineflötz hinabgezogen würde. Die Versuche sind aber hier als gescheitert anzusehen und werden nicht fortgesetzt, da die stehen gebliebenen Pfeiler sehr bald in Druck geriethen und nun erst gerade den Heerd für Grubenbrand bildeten. Man hat desshalb diese Pfeiler auch noch zu gewinnen versucht und dabei, abweichend von dem sonstigen Verfahren, wobei die Pfeiler von Oben nach Unten verhauen werden, mit dem untersten und hintersten Pfeiler be-

159) Jahrbuch des schles. Vereins f. B.- u. H.-Wesen. Breslau 1860. Bd. 2. S. 98. — Meitzen: Ueber den schachbrettartigen Abbau auf Königsgrube in Zeitschrift f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 9B. S. 187.

160) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 8A. S. 179.

gonnen. Man war hierzu veranlasst, weil man das durch das starke Einfallen des Flötzes begünstigte Herabrollen der Kohlen verhindern wollte, wodurch beim gewöhnlichen Verfahren die unteren Pfeiler verschüttet worden wären; ausserdem war man aber auch genöthigt zu dem umgekehrten Angriff der Pfeiler, weil man möglichst viel Kohle vor dem Brande retten wollte und man nicht ermessen konnte, ob das Vordringen von Oben nach Unten nicht das ganze Baufeld in Brand gesetzt hätte, bevor man zur Ausgewinnung gelangt wäre.

Der concrete Fall entscheidet, ob man die vorgerichteten Pfeiler ganz und gar opfert, also den eigentlichen Oerterbau anwendet, mithin sich auf Vorrichtungsarbeiten beschränkt, was indessen selten erforderlich sein wird, oder ob man noch einen Theil der Pfeiler mittelst Durchiebe zu gewinnen sucht. Im letzten Fall hat man dann zu berücksichtigen, wie viel man noch von den Pfeilern gewinnen darf, ohne die Brüche, die hier nicht ganz vermieden zu werden brauchen, zu weit greifen zu lassen, ferner die Stellung der stehenbleibenden Pfeiler zu einander. In Westfalen gewinnt man zwischen ein Drittel und der Hälfte der vorgerichteten Pfeiler und von dem ganzen Abbaufelde die Hälfte bis zwei Drittel; auf Königsgrube blieben etwa zwei Fünftel zurück; immer muss Grundsatz sein, die Pfeiler an und für sich nicht zu schwach zu machen, weil sie dann ihren Zweck vollkommen verfehlen würden; sie erhalten meist quadratische Gestalt, wenn man die Hälfte ausgewinnt, sonst werden sie rechteckig.

Die Stellung der Pfeiler zu einander genügt bei söhliger oder nicht zu stark geneigter, etwa 20 bis 24 Grad betragender Neigung freier Wahl überlassen zu werden, während man bei stärkerer Neigung, bei welcher die Pfeiler leicht rutschen können, besondere Vorsichtsmassregeln treffen muss. Bei freier Wahl führt man entweder die Durchhiebe durch sämmtliche Pfeiler in einer Ebene durch, wie in Fig. 306, und giebt ihnen die Breite der stehenbleibenden Pfeiler oder eine geringere, oder man stellt die Durchhiebe alternirend, so dass immer ein Durchhieb auf einen stehenbleibenden Pfeiler trifft, wie in Fig. 307, wodurch der schachbrettförmige Abbau entsteht, der sich wie in Fig. 308 herausbildet, wenn, wie auf Königsgrube, die Pfeilerstücke mehr als die Hälfte einnehmen. Zur Erreichung des beabsichtigten Zweckes ist die alternirende Stellung die bessere. Wenn das Hangende bricht, so wird der Bruch nach und nach eine kuppelförmige Gestalt annehmen, indem sich die Kuppel auf die Pfeiler stützt. Auf Königsgrube liess man, um auch dieses Brechen zu verhindern, 0,523 Meter Firstenkohl unverritzt und zog die gewöhnlich 4,708 Meter breiten Durchhiebe oben auf 3,662 Meter zusammen. Wie wenig man auf Königsgrube den beabsichtigten Zweck erreicht hat, ist oben S. 551 dargestellt, indem die Kohlenpfeiler allmälig durch Grubenbrand angegriffen, abgebröckelt und verschwächt wurden, so dass sie dem Drucke des Deckgebirges nicht mehr widerstanden und so das Einstürzen der Tagesoberfläche herbeigeführt wurde. Bei grösserer Neigung der Flötze bleibt nichts übrig, als die Durchhiebe und also auch

die Pfeiler in der Falllinie auf einander treffen zu lassen und als Schutz gegen das Abrutschen den Streckenraum zwischen den Pfeilern mit Bergeversatz oder besser mit trockener Mauerung auszufüllen.

Das Stehenlassen der Pfeiler zum Ersatz der Zimmerung während des Baues kam früher auf den englischen Gruben häufig vor und ist auch jetzt noch nicht überall beseitigt. Man lässt zwischen breiten Strecken schmale

Fig. 306

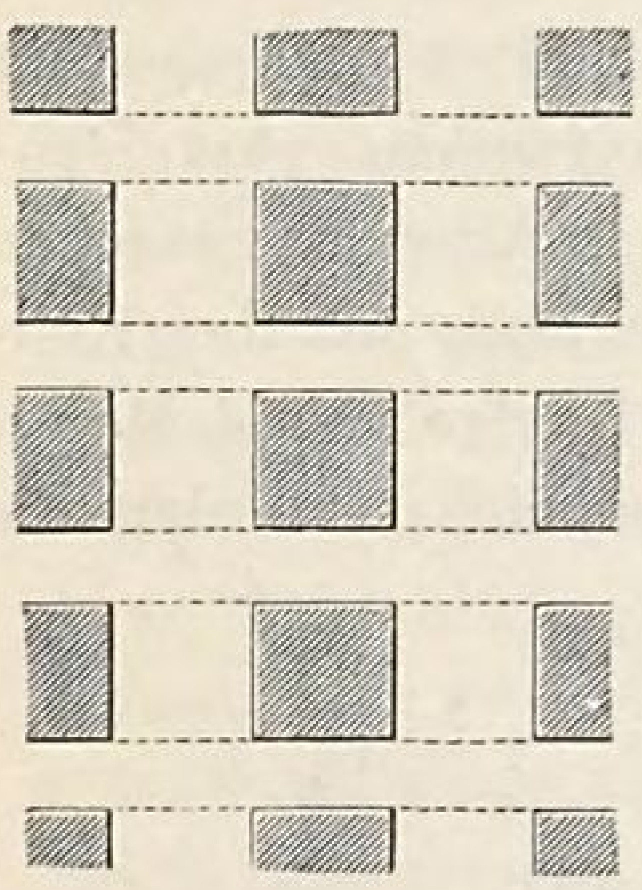


Fig. 307.

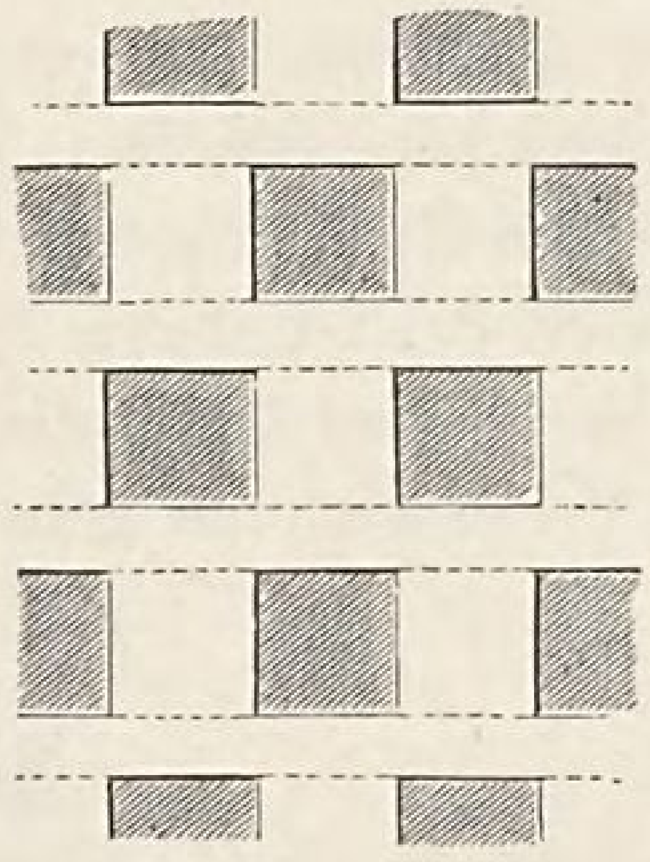
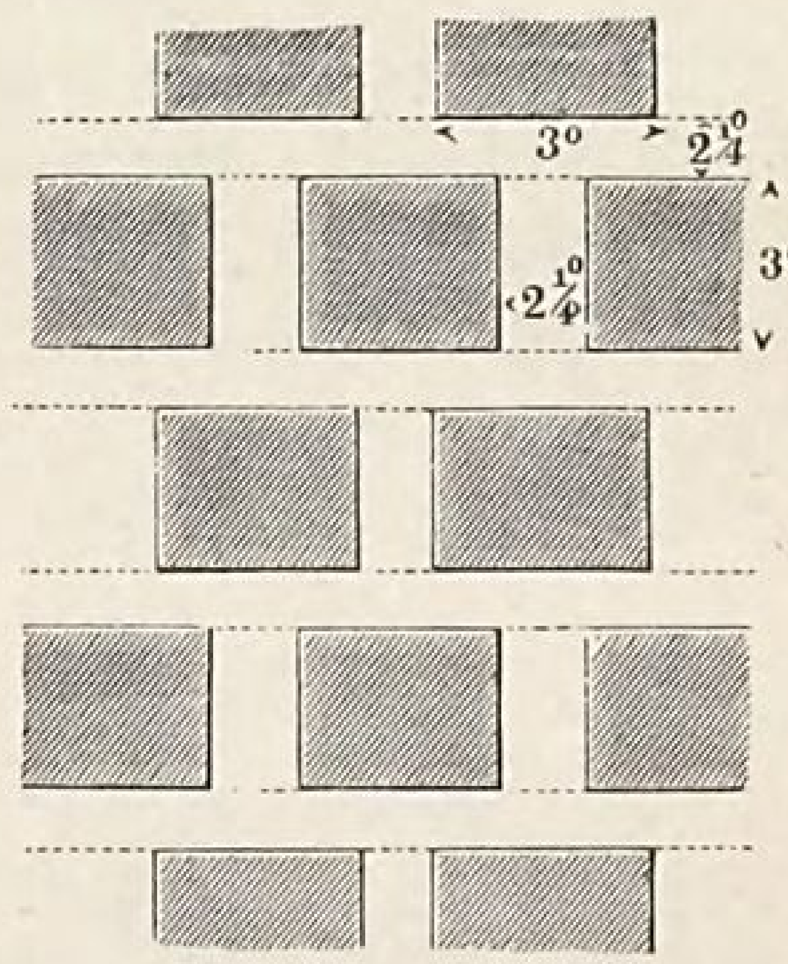


Fig. 308.



Pfeiler (ribs) stehen, die überhaupt nicht mehr gewonnen werden, oder zwischen schmaleren Strecken starke Pfeiler, von denen später ein Theil durch allmäliges Verschwächen nachgenommen wird; Beides ist unwirthschaftlich und durch von vornherein angewendete zweckmässige Pfeilerstärke zu vermeiden, was auch in neuerer Zeit auf den besseren Gruben geschehen ist. Ein ganz unregelmässiges Belassen von Pfeilern findet sich auf den Bauen des Zehn-Yard-Flötzes in Staffordshire[161]). Hierhin gehören auch die unterirdischen Gypsbrüche bei Paris[162]), wo anfänglich Pfeiler stehen bleiben, aber, wenn das Schachtfeld von 50 Meter Radius erschöpft ist, weggesprengt werden, um ein gleichmässiges Setzen hervorzubringen.

Ganz systematisch erfolgt diese Abbaumethode auf Steinsalzlagern, auch auf sehr mächtigen Steinsalzlagerstätten, welche den Weitungs- oder Kammerbau nicht gestatten. Auf der früheren Steinsalzgrube zu Dieuze in Lothringen[163]), wo jetzt nach dem i. J. 1863 erfolgten Ersaufen des Schachtes nur noch Soole gefördert wird, baute man ein horizontales Steinsalzlager von 5,20 Meter Mächtigkeit, die Bauabtheilungen blieben durch 7 Meter starke Pfeiler getrennt, die nur durch 1,50 Meter weite Oeffnungen durchbrochen wurden, wodurch die Bauabtheilungen von einander isolirt, also gleichsam pannel works gebildet wurden. In den Baufeldern kreuzten

[161]) Wedding im Jahrb. des schles. Vereins f. B.- u. H.-Wesen. Breslau 1861. Bd. 3. Beilagen S. 53.

[162]) Combes a. a. O. II. S. 244.

[163]) Ebenda S. 243.

sich die Strecken unter rechtem Winkel, waren 6 Meter breit, 4,20 Meter hoch, so dass 1 Meter Steinsalz in der Firste stehen blieb; die quadratischen Pfeiler erhielten 4,66 Meter Seite. — Das Steinsalzlager zu Wilhelmsglück bei Hall am Kocher[164]) hat etwa die Gestalt einer wenig geneigt liegenden, platt gedrückten Bohne von elliptischer Form im Umkreise; es ist von Osten nach Westen 345 Meter lang, in der Mitte 5,649 Meter mächtig und keilt sich nach beiden Seiten hin aus, von Norden nach Süden hatte man eine Ausdehnung von 847 Meter ermittelt, ohne das Ende erreicht zu haben. Statt des früheren Aussoolens durch Bohrlöcher und nachher durch Sinkwerke war man später zum Bergbau übergegangen. Am Hangenden führt man durch Schiessarbeit ein System sich kreuzender Strecken von 2 Meter Höhe und 4 Meter Breite, deren Stösse man mit der Keilhaue glatt zuführt, dazwischen bleiben quadratische Pfeiler von 4 Meter, so dass also ein Viertel der Masse verloren geht; demnächst werden die

Fig. 309.

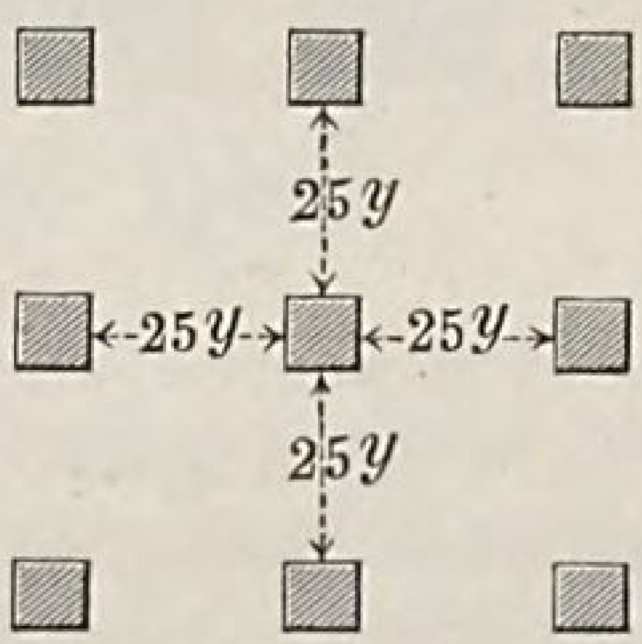
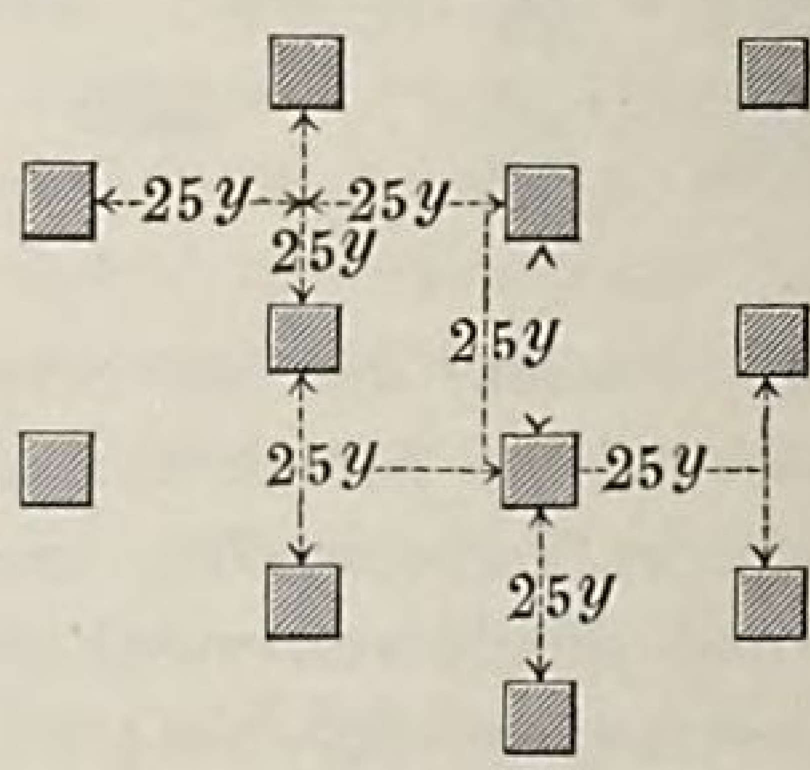


Fig. 310.



Strossen in den Strecken nachgenommen, wobei man mit Wasser abschlitzt. — Bei der Steinsalzgewinnung in Cheshire in England[165]), wo man 4,572 bis 4,877 Meter mächtige Lager baut, treibt man ebenfalls die Strecken im Hangenden durch Schiessarbeit und gewinnt die Strossen in zwei Stössen nach; es bleiben quadratische Pfeiler von 7,315 Meter Seite zurück, die aber 22,860 Meter von einander entfernt stehen, so dass nur 6 pCt. Masse verloren gehen. Die gewöhnliche Stellung der Pfeiler ist wie in Fig. 309, nur auf Crystall mine erhalten die Pfeiler eine Stellung wie in Fig. 310, wo also nur in der Fallrichtung die Entfernung 22,860 Meter, im Streichen aber 45,719 Meter beträgt. — Auf den Stein- und Kalisalzbergwerken bei Stassfurt[166]) erfolgt der Bau auf den mächtigen Steinsalzflötzen im Wesentlichen in der Weise, dass der in Bau zu nehmende Lagerstätten-

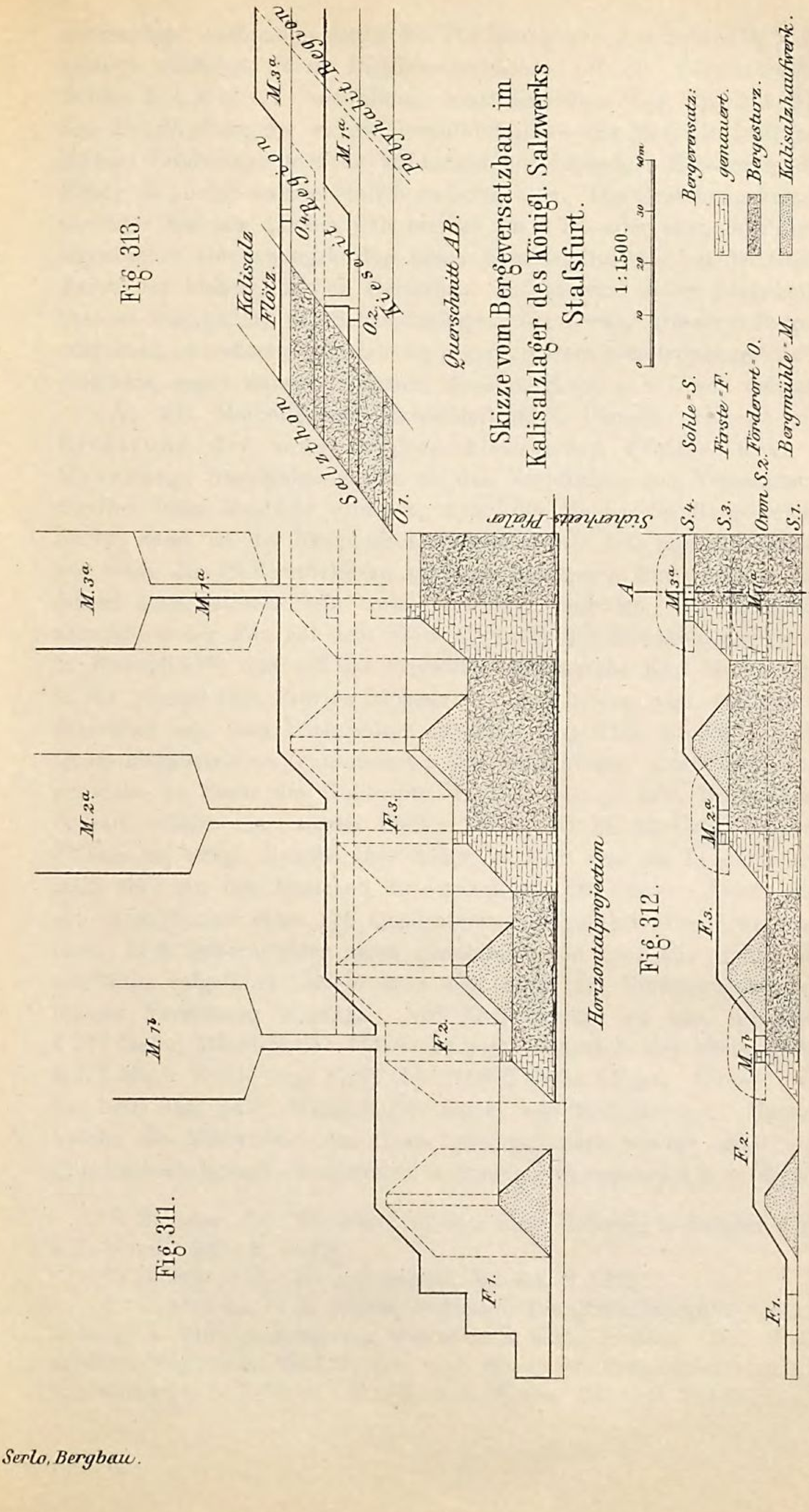
[164]) Krause: Das Steinsalzbergwerk Wilhelmsglück bei Hall am Kocher in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 4B. S. 238.

[165]) Lindig: Bemerkungen über die Steinsalzgewinnung in Cheshire in Zeitschrift f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 6B. S. 76.

[166]) F. Bischof: Die Steinsalzbergwerke bei Stassfurt. Halle 1864; zweite Auflage. Halle 1875. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 16B. S. 307; Bd. 31B. S. 192. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1875. S. 506.

theil durch Sohlenbildung von unten aufwärts — nur in Ausnahmefällen in umgekehrter Richtung — in Etagen von 13 bis 19 Meter Höhe getheilt, in jeder derselben längs des Hangenden und des Liegenden je ein Ausrichtungsort aufgefahren und der zwischen beiden anstehende Salzkörper durch Quer- („Abbau"-) Oerter theilweise ausgewonnen wird. Je nach der Festigkeit und Mächtigkeit der abzubauenden Mittel wechseln die Dimensionen der mit gewölbeartig zugeführter Firste betriebenen Oerter von 12 bis 25 Meter Weite bei 8 bis 13 Meter Höhe in Mitte des Ortes, während die Stärke der zwischen den Querörtern belassenen Pfeiler je nach der geringeren oder grösseren Festigkeit des Salzes zu $^2/_3$ bis $^2/_5$ der Querortsbreite bemessen wird. Die Gewinnung erfolgt durchgängig firstenartig. Die Stärke der zwischen den einzelnen Etagen stehenbleibenden Salzfesten (Schweben) wird nicht unter 5 Meter genommen, und es wird dafür Sorge getragen, dass die Pfeilermitten in den einzelnen Etagen in einer Seigerebene (in der Falllinie) liegen. Bei dieser Abmessung und Anordnung der Hohlräume und Festen und der im Allgemeinen sehr geringen Verwitterbarkeit des Steinsalzes ist darauf zu rechnen, dass die betreffenden Theile des Grubengebäudes auf unbegränzte Zeit sich unversehrt erhalten werden. — Der Abbau des von 13 bis 25 Meter Mächtigkeit schwankenden unmittelbar von Salzthon bedeckten Kalisalzflötzes ist bis in die neueste Zeit ausschliesslich nach demselben Princip, indess der geringeren Festigkeit und grösseren Verwitterbarkeit dieses Salzes entsprechend unter Anwendung geringerer Dimensionen geführt worden. Auf dem Königlich Preussischen Werke wurden die Ausrichtungsörter A (am hangenden Salzthon) 4 Meter breit bei 2 Meter Höhe und, bei einer Etagenhöhe von 13 Meter, die Abbau- und die Ausrichtungsörter B 8 bis 9 Meter breit bei 8 Meter grösster Höhe, die Querpfeiler 6 Meter, die Schweben 5 Meter stark genommen. Auf dem Herzoglich Anhaltischen Salzwerk Leopoldshall beträgt bei gleicher grundrisslicher Abmessung der Baue und einer Etagenhöhe von 19 Meter die Höhe der Querörter 13 bis 14 Meter; auf den Werken Neu-Stassfurt und Douglashall sind mittlere Etagen- und Ortshöhen üblich. Bei der zur Wasseraufnahme und Auflösung bez. Aufblähung neigenden Constitution einzelner Flötzlagen und der Unthunlichkeit, feuchte Wetter hermetisch abzuschliessen, ist im Kalisalzbau ein Zerbröckeln und Zubruchegehen der Salzfesten für die Dauer nicht zu vermeiden. Die Betriebsleitung hat indess für möglichste Verlangsamung und Localisirung dieses Vorganges zu sorgen dergestalt, dass gleichzeitige Brüche grosser Massen oder gar katastrophenartige Einstürze ganzer Pfeilerreihen vermieden werden. Um ferner nicht in dem hangenden Anhydrit — welcher die Salzregion von der Region der oberen druckfesten Gesteine trennt — Bruchbestreben wachzurufen, müssen die anstehend gelassenen Pfeilerfesten so bemessen sein, dass bei dem Zerfallen bez. Zubruchegehen derselben und des Salzthons die Hohlräume durch die Trümmer möglichst vollständig ausgefüllt werden. Deshalb ist in neuester Zeit auf dem Königlichen Salz-

werk zu Stassfurt die auf Seite 506 näher gedachte Abbaumethode mit Bergeversatz — eine Art Stossbau im Grossen — versuchsweise eingeführt worden, wobei die unter den Kalisalzen anstehenden geringwerthigen kieserit- und polyhalitischen Steinsalze das Versatzmaterial liefern. Es wird hiermit bezweckt, einmal die werthvolle Kalisalzlagerstätte, welche bei dem bisher allein angewendeten Oerterbau nur etwa zur Hälfte ausgewonnen wurde, ganz zur Gewinnung zu bringen, sodann die mit dem allmäligen Zusammenbrechen der Pfeiler verbundenen Unzuträglichkeiten zu vermeiden. Auf der Bausohle wird von dem Hauptquerschlage aus, nach Stehenlassen eines angemessenen Sicherheitspfeilers, der Einbruch in mehreren von dem Hangenden nach dem Liegenden zurückspringenden 2 Meter hohen Arbeitsstössen in der ganzen querschlägigen Mächtigkeit des Flötzes feldwärts vorgetrieben. In möglichster Nähe folgt der Verhieb des darüber anstehenden Firstenstosses von 5 bis 7 Meter Höhe. Nachdem derselbe soweit vorgerückt, dass ausser einem angemessenen Vorrath von Kalisalzen hinter demselben ein kleiner Schüttungskegel von Bergeversatz Platz finden kann, wird hart unter der Firste, also in 5 bis 7 Meter Höhe über der Bausohle, ein Querschlag ins Liegende angesetzt, von dem aus bei einer Länge, welche der querschlägigen Mächtigkeit des Kalisalzflötzes etwa entspricht, in den festen kieseritischen bez. polyhalitischen Salzen eine Bergemühle von 7 Meter Höhe, 20 bis 25 Meter Weite mit firstenartigem Betrieb in querschlägiger Richtung aufgehauen wird. Mittelst der hier gewonnenen Salzberge wird — dem von der Rückseite her weggeförderten Kalisalzhaufwerk folgend — die Ausfüllung des Hohlraumes, und zwar theils durch sorgfältige Mauerung, theils durch einfaches Verstürzen, vorgenommen. Die Hauptsorge der Betriebsleitung muss darauf gerichtet bleiben, dass das Firstendach vor dem Weiterschreiten des Firstenstosses auf das Sorgfältigste beräumt und die freie Fläche desselben zwischen dem Kalisalzhaufwerk und dem Bergeversatz, welche für längere Zeit der genauen Beobachtung sich entzieht, auf das Möglichste beschränkt werde. Ueber dem Bergeversatz des ersten Firstenstosses folgt möglichst bald und in ganz analoger Weise der Verhieb des zweiten Stosses und die Nachführung des hierzu gehörigen Bergeversatzes, über dem letzteren der Verhieb des dritten Firstenstosses u. s. f. Die Bergemühlen für die einzelnen Firstenstösse werden hierbei derart angeordnet, dass die zu Firstenstoss 1, 3, 5 u. s. f. gehörigen Mühlen übereinander, die zu 2, 4, 6 u. s. f. gehörigen gleichfalls übereinander in den zwischen den ersteren verbliebenen Pfeilern hergestellt werden und zwischen den benachbarten Bergemühlen der zunächst aufeinander folgenden Firstenstösse ein Pfeiler von annähernd gleicher Breite, wie die Mühlen selbst, anstehen bleibt. Die Förderung erfolgt von dem ersten Firstenstoss durch eine an dem Hangenden offen gelassene, innerhalb des Versatzes durch angemessenen Ausbau gesicherte Strecke, von den Firsten 2, 4, 6 u. s. f. durch im Liegenden der Lagerstätte hergestellte Oerter, welche im Sicherheitspfeiler durch Bremsschächte mit dem Haupt-



Skizze vom Bergeversatzbau im Kalisalzlager des Königl. Salzwerks Stafsfurt.

querschlage verbunden sind; die Förderung von den Sohlen 3, 5, 7 u. s. f. gelangt zunächst durch Hilfsbremsschächte auf die Förderstrecken der Sohlen 2, 4, 6 u. s. f. und nimmt dann denselben Weg, Fig. 311, 312, 313. Zur Beurtheilung der vollen Durchführbarkeit der Methode fehlt noch die längere Erfahrung; doch ist auf Grund der bisherigen Ergebnisse der volle Erfolg als höchst wahrscheinlich zu betrachten. Die Gestehungskosten eines Centners Kalisalz dürften sich hierbei um 3 Pf. oder etwa 30 Procent der eigentlichen Gewinnungskosten höher herausstellen, als bei der Gewinnung durch den bisher üblichen Oerterbau. Indess wird dieser Nachtheil durch bessere Ausnutzung der Schachtanlagen, den Vorzug grösserer Betriebsconcentration und absoluter Sicherung gegen grössere katastrophenartige Pfeilereinstürze, gegen daraus drohende Wasserzugänge u. s. f. voll ausgeglichen.

An die Methode mit stehenbleibenden Pfeilern schliesst sich die Ersetzung der sonst stehen bleibenden Pfeilerstücke durch Mauerung, was einigermassen an das Nachführen von Versatzmauern in Streifen beim Strebbau erinnert, wenn die Menge der Berge nicht ausreicht; dabei ist der ökonomische Gesichtspunkt fast immer entscheidend, nur wenn die Pfeilerstücke zu schwach genommen sind, könnte das Verfahren auch rathsam sein trotz pecuniärer Einbusse. Als Beispiele sind anzuführen der Bau auf dem Flötz Oelzweig der Steinkohlengrube Gewalt in Westfalen[167]) und auf der Privatsteinkohlengrube Karl Moritz bei Plötz in der preussischen Provinz Sachsen[168]). Auf beiden wird das Material zur Mauerung aus dem Dachgebirge, welches zum Theil nachfällt, sowie aus Querschlagsbetrieben entnommen; die Steinpfeiler setzt man entweder geradezu an Stelle der Kohlenpfeilerstücke oder je nach Bedürfniss. Auf Gewalt wendet man solche Pfeiler bis zu 10 bis 12 Grad Neigung des Flötzes an, steigt dieselbe aber höher, so haut man das Liegende treppenartig ein, um das Rutschen zu vermeiden; die Pfeiler, deren einer auf eine Fläche von etwa 175 Quadratmeter aufgeführt wird, werden nicht unter 17,5 Quadratmeter gross genommen und ganz aus groben Wänden sorgfältig aufgeführt, indem man sich nicht mit Umfassungswänden und innerer Versatzung begnügt. Auf Karl Moritz, wo man ein Flötz von 6,277 Meter Mächtigkeit abbaut, bedient man sich der Mauerpfeiler von 6,277 Meter Breite und 6,277 bis 10,462 Meter Länge. Dieses Verfahren hat beim Bau unter Wasserläufen immer sein Bedenkliches. Mauern, für welche die Materialien von Tage hereingefördert werden, sind auf dem Quecksilberbergwerk zu Almaden in Spanien[169]) angewendet, wo dies wegen

[167]) Huyssen: Der Pfeilerbau auf dem Flötz Oelzweig in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 2B. S. 178.

[168]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 8A. S. 182.

[169]) Combes a. a. O. II. S. 269. — Klemm: Die Quecksilbergrube von Almaden in berg- u. hüttenm. Zeitg. von Borneman u. Kerl. Freiberg 1861. S. 417. — Adalbert Nöggerath: Mittheilungen über die Quecksilberbergwerke zu Almaden u. Almadenejos in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10B. S. 370.

des grossen Werths der Lagerstätte durchführbar ist. Dieselbe hat eine Neigung von 85 Grad, ist selten unter 3,139 Meter, oft über 12,554 Meter, stellenweise bis 15,693 Meter mächtig, die streichende Ausdehnung beträgt 157 bis 188 Meter; die Erze sind durch die ganze Masse vertheilt und machen ungefähr 10 Procent derselben aus; das Nebengestein ist im Allgemeinen gut und die Masse sehr fest. Die Sohlen sind 22 bis 31 Meter von einander entfernt angesetzt. Man teuft von der oberen Sohle aus in der ganzen Mächtigkeit etwa 3,766 Meter tief ab, schlägt unten einen Bogen aus Bruch- oder Ziegelsteinmauerwerk, welcher seine Widerlager im Nebengestein erhält, und führt auf den Bogen im ganzen Querschnitt gleiches Mauerwerk im Schacht in die Höhe; 3,766 Meter von dem ersten entfernt wird ein gleicher Schacht abgeteuft und in derselben Weise ausgefüllt, demnächst wird der zwischen beiden befindliche Pfeiler von Unten nach Oben gewonnen, der dadurch gebildete Raum bleibt aber leer und nur wenn Unterstützung nothwendig ist, wird sie durch einzelne Mauerbogen hergestellt. Ebenso scheinen manche der reichen Gänge in Mexiko und Südamerika gebaut zu werden.

c. Stockwerks- und Weitungsbau.

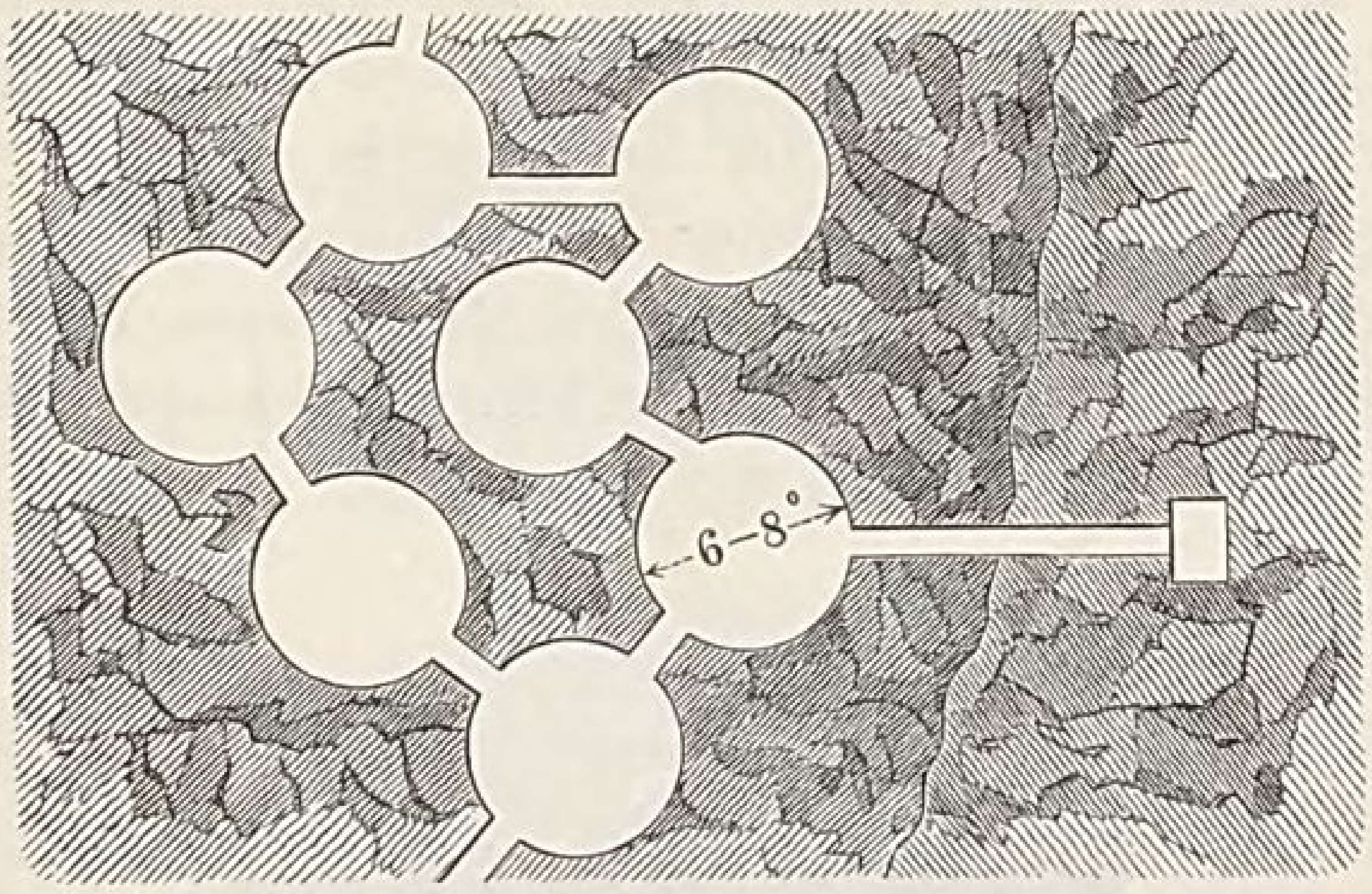
Beide Baumethoden haben grosse Aehnlichkeit, sie beziehen sich auf mächtige Gänge und stockförmige Lagerstätten, auf eigentliche Stöcke und Stockwerke und erfordern eine bedeutende Festigkeit in der Substanz der Lagerstätte, da durch sie mehr oder minder grosse offene Räume hergestellt werden.

1. Stockwerksbau.

Der Stockwerksbau tritt dann ein, wenn grosse Theile der Masse oft ganz taub sind, die Bauwürdigkeit aber nie ganz gleichmässig und der Werth überhaupt nicht gross ist, so dass man meistens viel Masse gewinnen muss. Als Beispiel dieser Methode ist das Zwitterstockwerk zu Altenberg in seinen tieferen noch anstehenden Theilen zu erwähnen. In neuerer Zeit ist daselbst ein seigerer Schacht (Römerschacht) zur Ausrichtung abgeteuft, und zwar ausserhalb des Stockwerks, um ihn vor Brüchen sicher zu stellen, für deren nicht zu weites Umsichgreifen man Sorge trägt; man treibt in Entfernungen von 21 zu 21 Meter nach der Tiefe Querschläge, geht in das Stockwerk, sucht das Beste zu gewinnen und den ganzen Bau durch das Stehenbleibende zu stützen, wozu man wo möglich die tauben Partien auswählt, indem man sich immer gleich den edelsten Punkten zuwendet. Findet man einen solchen, so stellt man — früher durch Feuersetzen, neuerdings nur durch Schiessarbeit — eine Weite her, nicht über 12,554 bis 14,646 Meter hoch, und geht dann der Bauwürdigkeit folgend nach einer, zwei oder drei Seiten fort, nimmt aber den ganzen Durchmesser der Weite nicht grösser, als 12,554 bis 16,739 Meter;

dann fährt man mit einer Streckc weiter, stellt an einem edlen Punkt eine neue Weite her, die aber jedenfalls von der ersten durch einen Sicherheitspfeiler getrennt bleibt; so verbreiten sich die Strecken und Baue nach allen Richtungen, wie Fig. 314, darstellt. Bei dem später erfolgenden Angriff der 21 Meter tieferen Sohle sucht man so weit wie möglich Weite

Fig. 314.



über Weite, Pfeiler über Pfeiler zu setzen, damit keine zu grossen Brüche entstehen können; zwischen den Weiten zweier Sohlen bleibt ein Mittel von 3,139 bis 4,185 Meter. Die Regelmässigkeit des Baues ist schwer zu erhalten, besser geht dies bei stehenden Stöcken, wo die Mächtigkeit nicht so gross ist und das Streichen ein Anhalten giebt. Brüche bleiben aber auf die Dauer nie aus, wie Altenberg von solchen Katastrophen mehrmals betroffen worden ist.

2. Weitungsbau.

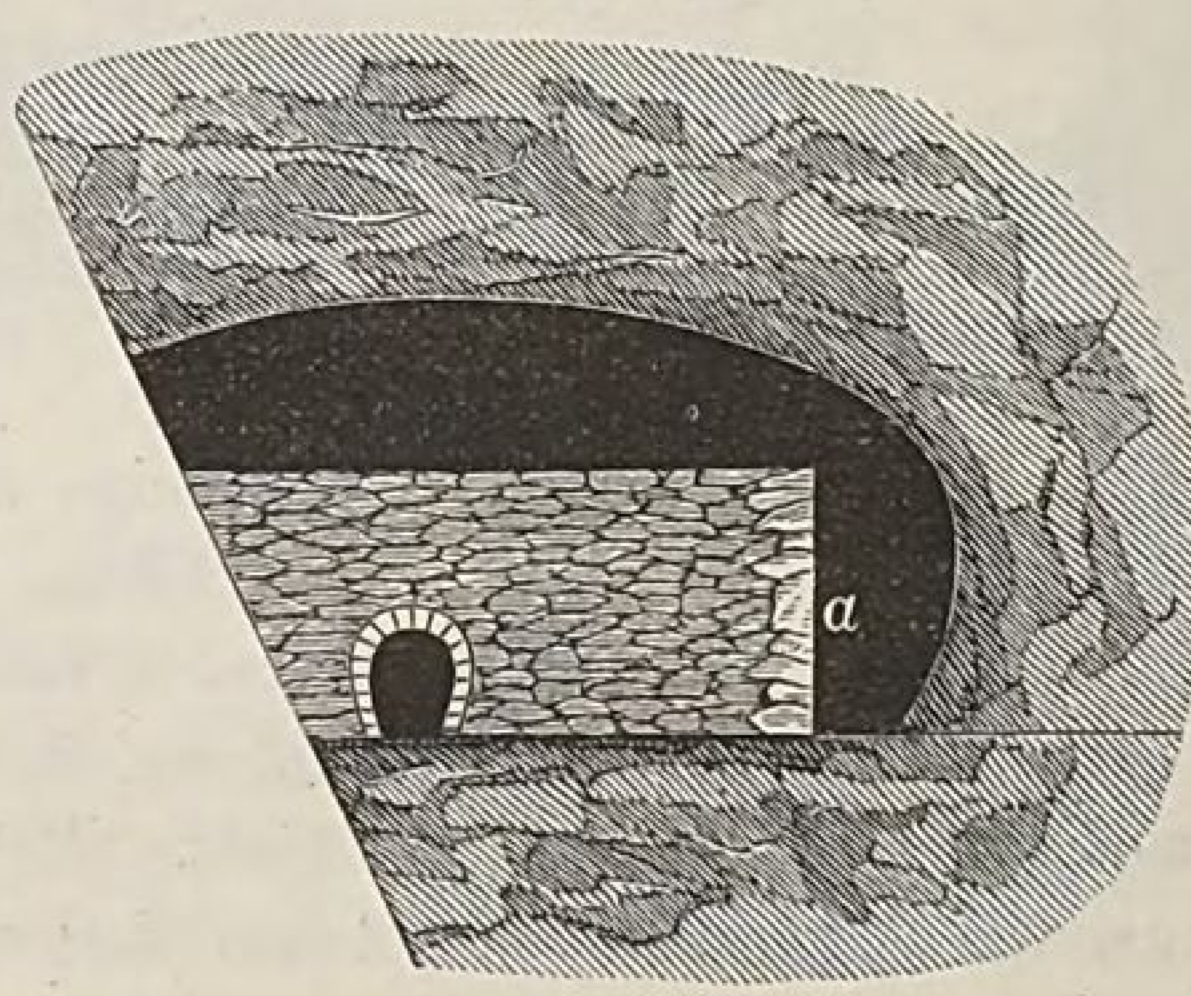
Der Weitungsbau (auch Kammerbau genannt) besitzt mehr Regelmässigkeit; er bezweckt die Gewinnung sehr grosser Massen von bedeutender Standhaftigkeit, die im Ganzen bauwürdig sind und daher möglichst rein ausgewonnen werden müssen. Er wird angewendet auf 6,277 bis 10,462 Meter und mehr mächtigen Gängen, deren Hangendes und Liegendes hinreichend fest ist, im östlichen Ungarn und in Siebenbürgen statt des dort fast verschwundenen Querbaues, auf Eisensteinlagern am Büchenberge im Harz, auf Eisensteinstöcken in Schweden, im Rammelsberge bei Goslar, auf Steinsalz in Wieliczka und Bochnia, in der Marmarosch und in Siebenbürgen, auf den Bleierzstöcken in Offenbanya und Rodnau; auch in unterirdischen Steinbrüchen mit Preisgeben von Pfeilern im Petersberge bei Maastricht und in den Sandsteinbrüchen von Blankenstein im Königreich Sachsen.

Das Verfahren bietet drei Modificationen: 1. Berge zum Versatz werden aus der Masse ausgehalten oder von Tage hereingebracht, wo dann oft eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Querbau entsteht; 2. die gewonnenen Massen bleiben während Herstellung der Weitung so weit aufgesammelt,

dass der Hauer darauf fussen kann, sie werden erst später ganz weggefördert; 3. die Weitung wird gleich ganz ausgehauen, wie z. B. bei Steinsalz. Stets ist selbstredend eine grosse Festigkeit in der Substanz der Lagerstätte erforderlich.

Ein Beispiel der ersten Modification liefert der Rammelsberg bei Goslar[170]). Während die alten Baue wenig planmässig erscheinen, bemüht man sich seit Anfang dieses Jahrhunderts nach einem bestimmten Betriebsplan zu verfahren und so viel wie möglich einen regelmässigen Abbau der Weiten vorzurichten. Aus dem im Nebengestein stehenden Hauptförderschacht werden von 21 zu 21 Meter neue Querschläge in die Erzmasse getrieben, deren Endpunkt am Liegenden durch einen Wetterschacht mit der nächst höheren Strecke verbunden wird; am Liegenden werden aus

Fig. 315.

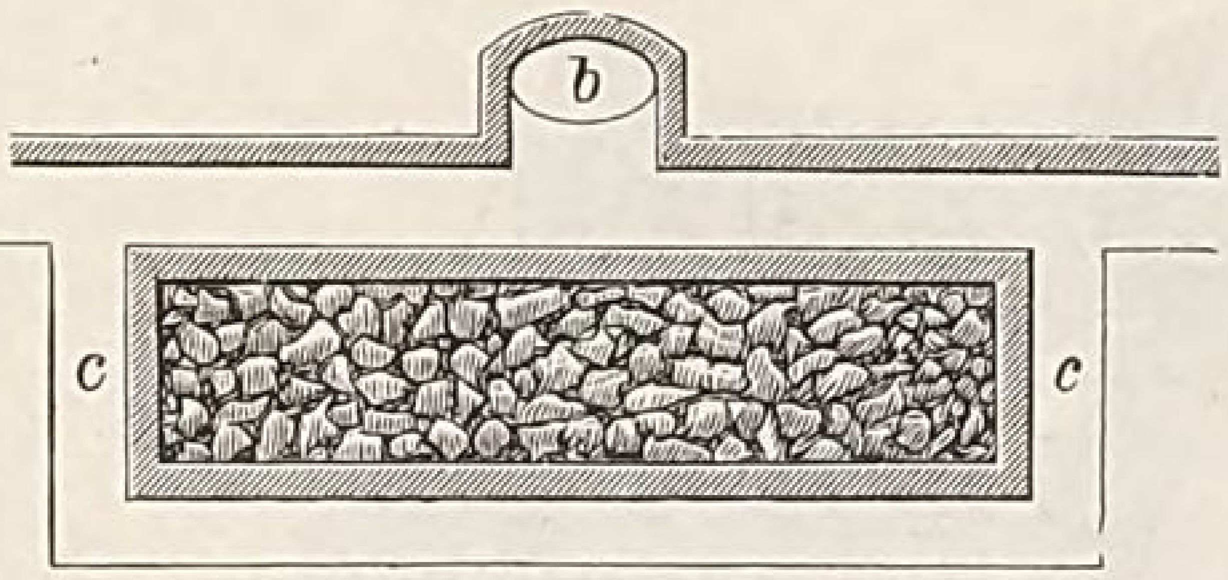


den Querschlägen Feldörter, halb im Gestein, halb im Erz getrieben. Die Weiten werden so vorgerichtet, dass sie über zwei Sohlen 42 Meter hoch hinweggreifen, um die Schwierigkeiten der letzten Meter unter dem alten Mann nur einmal für zwei Sohlen zu haben; die Weiten werden etwa 42 bis 50 Meter lang und so angelegt, dass dazwischen ein Erzmittel von gleicher Länge bleibt; in der nächsten Sohle kommen dann die Weiten unter die Erzmittel der oberen Sohle und nehmen diese mit weg. Uebrigens ist dieser Plan hinsichtlich der Sohlen nicht immer regelmässig verfolgt, die Entfernung beträgt wohl nur 14 Meter seiger (18 Meter flach) was auch davon herrührt, dass eine Weite auf der östlichen Seite 60 bis 80 Jahre zur Gewinnung gebraucht. — Zur Vorrichtung einer Weite sucht man vom Feldorte ab durch Schiessarbeit, früher durch Feuersetzen, in die Höhe, vorzüglich aber in's Hangende zu kommen, indem man zuerst vom Wetterschachte aus Firste und Seite der Strecke nachschiesst und dann, wenn gehörig Raum gewonnen ist, Brände setzte; jetzt ist das Feuersetzen

[170]) Ahrend: Bergbau am Rammelsberge bei Goslar in berg- u. hüttenm. Zeitg. von C. Hartmann. Freiberg 1854. S. 1 u. flgd. — Kerl: Der Communion-Unterharz. Freiberg 1853. S. 8.

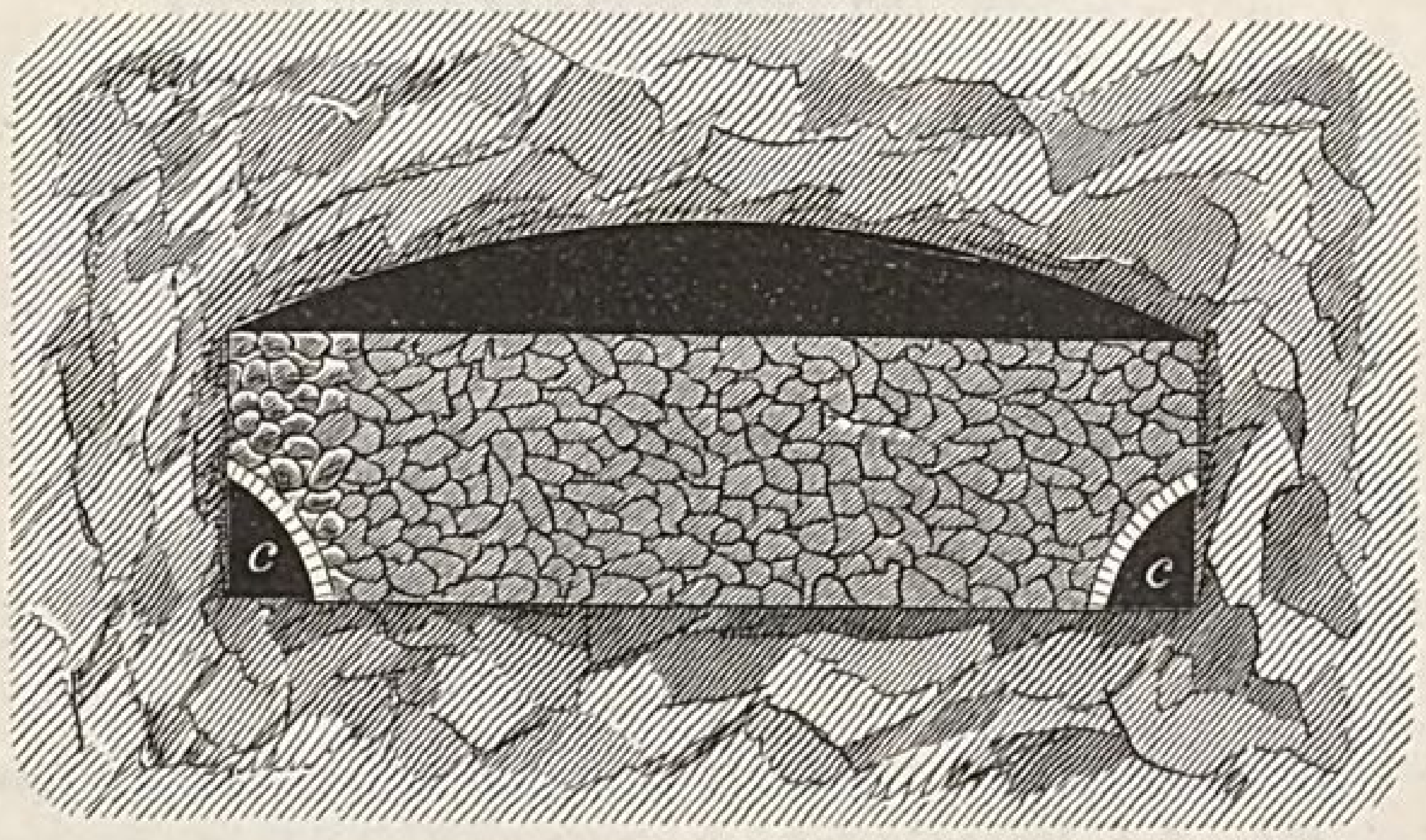
verschwunden, und es wird nur Schiessarbeit und zwar mittelst Maschinenbohren angewendet. Die Strecke wird elliptisch ausgemauert, etwa 2 Meter vom Stoss entfernt und durch die Länge der Weite eine Mauer aufgeführt (Querprofil a in Fig. 315) und der Raum zwischen Mauer, Strecke und Liegendem mit Bergen ausgefüllt, welche durch einen besonderen Schacht eingehängt werden. Am Liegenden der Strecke, etwa in der Mitte der

Fig. 316.



Weite, wird ein rund oder elliptisch ausgemauerter Rollschacht (b in Fig. 316, Grundriss) hergestellt, welcher mit in die Höhe geführt wird und zur Einbringung der Berge, sowie zur Wetterführung dient; zu beiden Seiten der Weite werden bogenförmig übermauerte Gänge (c in Fig. 316 und Fig. 317, Längendurchschnitt) nachgeführt. Je mehr die Weite gegen

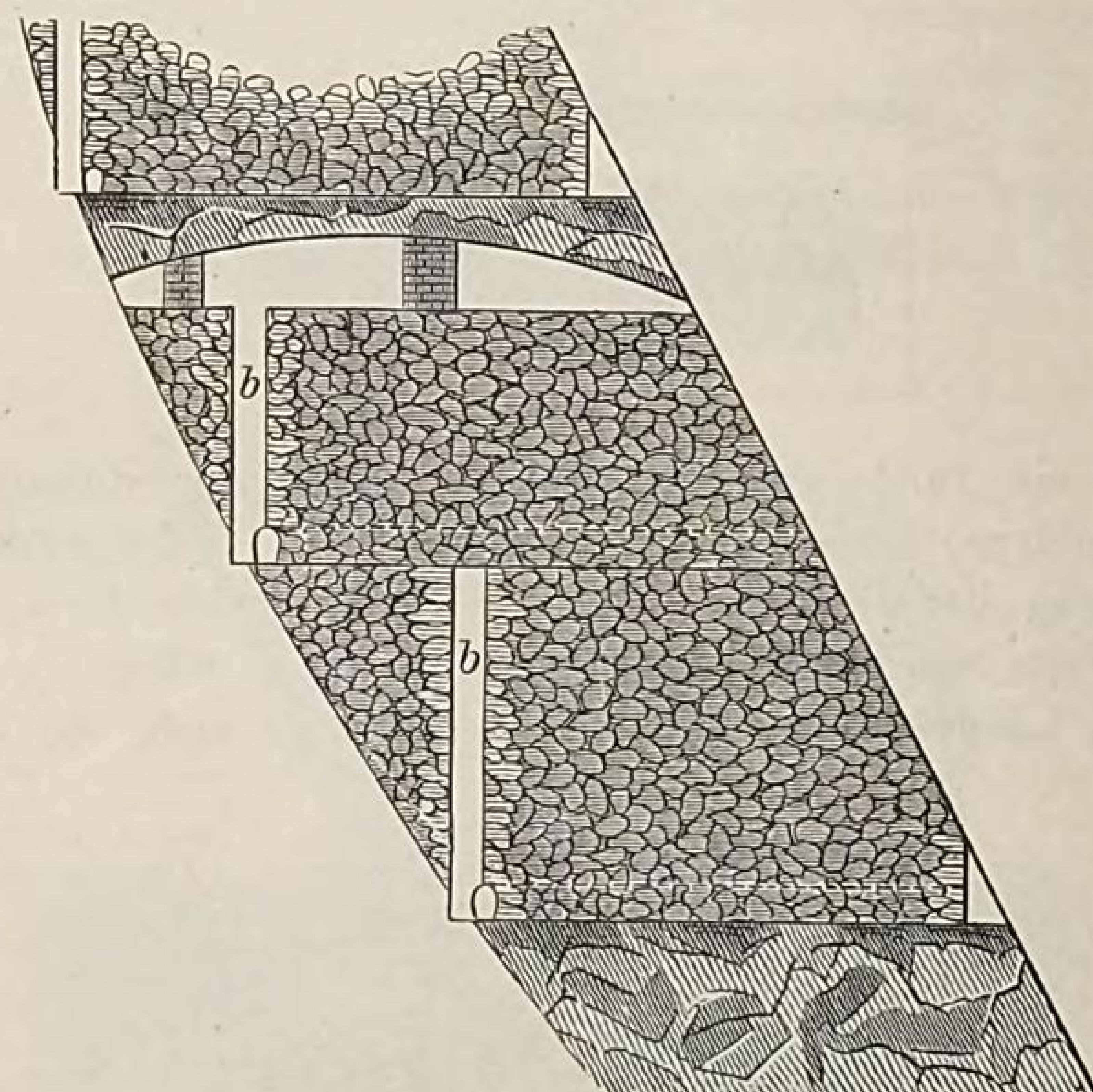
Fig. 317.



das Hangende rückt, legt man von Meter zu Meter neue Mauern, bis man das Hangende nahe erreicht, dann setzt man die letzte Mauer, so dass oben ein Gang von etwa 2 Meter offen bleibt. Bei Erreichung der oberen Strecke wird diese in Mauerung gesetzt, ein neuer Rollschacht darüber vorgerichtet, da der untere b gewöhnlich schon zu weit nach dem Hangenden vorgerückt ist. In der Nähe der oberen alten Weite drückt der alte Mann und das nur noch dünne Erzmittel, weshalb man dann gemauerte Pfeiler von etwa 4,378 bis 6,567 Quadratmeter anbringt (Fig. 318); früher liess man auch wohl Erzpfeiler stehen, die aber dem Abbau hinderlich und überall mehr nachtheilig, als vortheilhaft sind. Die letzten Meter zu gewinnen ist schwierig; es gelingt wohl, wenn der Bau darüber alt ist und aus einer Zeit herrührt, wo der Brandstaub noch nicht ausgefördert

wurde, denn dann dauert es wohl 2 bis 3 Wochen, ehe der alte Mann nachfällt. Sonst muss man, wenn die Decke bricht, warten, bis der Bruch sich gesetzt hat und sucht dann das Erzmittel durch Querbau zu gewinnen, was man in der Folge immer thun wird. — Der so beschriebene Weitungsbau im Rammelsberge ist seit mehren Jahren nach und nach aufgegeben und durch Firstenbau ersetzt, welcher — den mannigfachen Verschieden-

Fig. 318.



heiten der Lagerungsverhältnisse des Erzlagers Rechnung tragend — in verschiedenen Modificationen ausgeführt wird. Bei bedeutender Mächtigkeit und steilerem Einfallen (bis ca. 40 Grad) des Lagers kommt er der Hauptsache nach als Querbau, bei geringer Mächtigkeit und starkem Fallen als gewöhnlicher Firstenbau und bei flachem Fallen als liegender Firstenbau d. i. Strebbau mit abgesetzten Stössen zur Anwendung, weil die neueren Aufschlüsse im östlichen Grubenfelde dargethan haben, dass die Lagerstätte hier bedeutende Störungen, sowohl im Streichen wie im Fallen erlitten hat, u. z. conform allen Störungen des Nebengesteins, bestehend in vielfacher Faltung nach verschiedenen Richtungen. Bei dem Aushiebe eines vorgerichteten Erzpfeilers gelangen in den meisten Fällen die vorbenannten drei Abbauarten zur Ausführung. So wird z. B. der untere Theil a des im Querschnitte, Fig. 319, dargestellten Erzpfeilers EE' durch Querbau, der Theil b durch Strebbau und der Theil c durch gewöhnlichen Firstenbau hereingewonnen. Letztere beiden Methoden bieten nichts Besonderes dar; erstere möge hier etwas näher betrachtet werden. Sie kommt als „Querbau mit söhliger Sohle“ in Anwendung bei einer Lagermächtigkeit von 10 bis 15 Meter und darüber, und zwar sowohl bei

der Gewinnung mittelst Handbohrarbeit als auch derjenigen mittelst des maschinellen Bohrens, welches seit 1876 dauernd eingeführt ist und sich auf die in neuester Zeit zum Abbau vorgerichteten Erzmittel erstreckt,

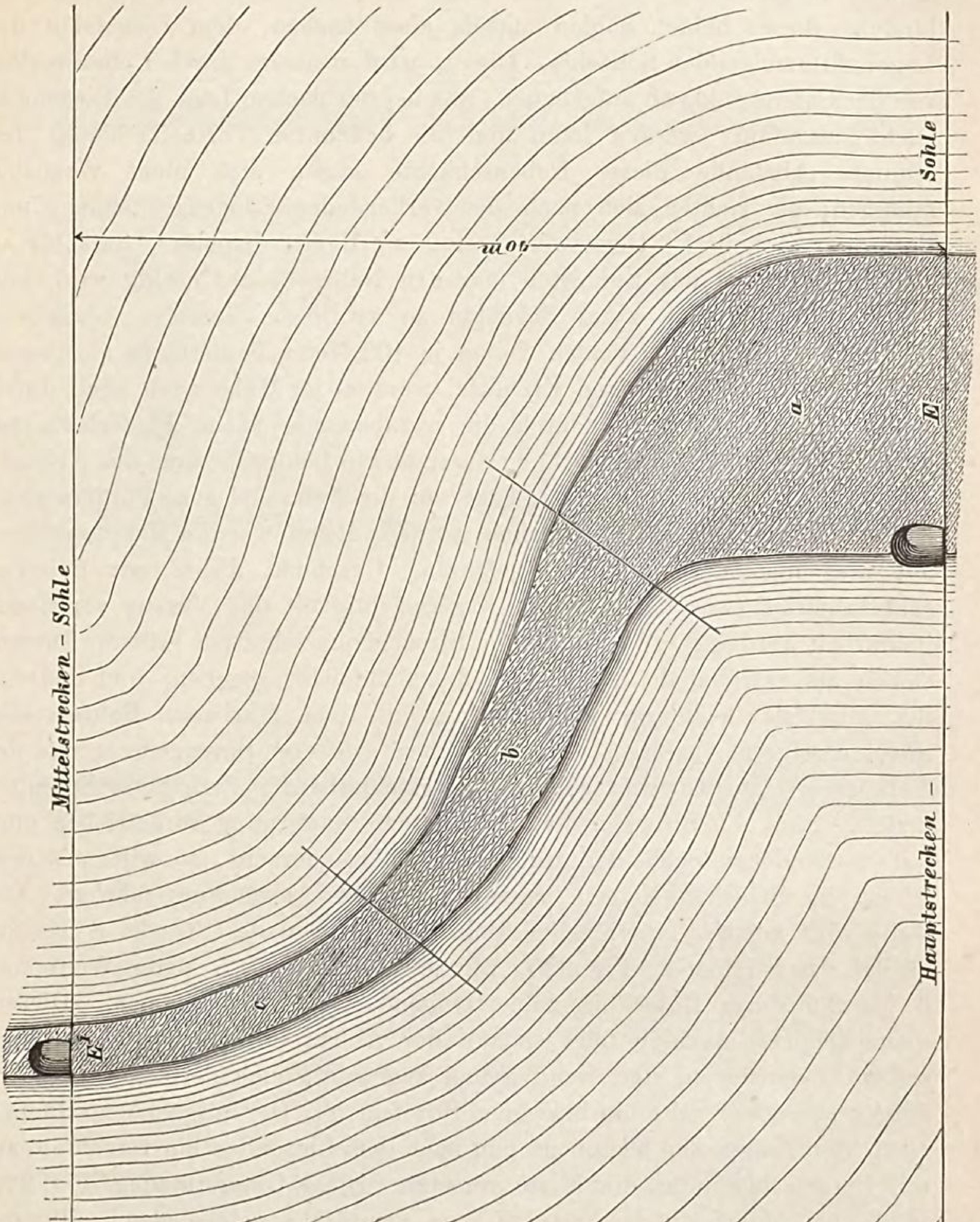


Fig. 319.

während erstere auf die Erzgewinnung in die ältern, zerstreut belegenen, z. Th. sehr unregelmässigen und verbrochenen Abtheilungen des Grubengebäudes beschränkt worden ist. Die Vorrichtung zum Abbau geschieht zunächst mittels Auffahrens von Strecken am Liegenden des Erzlagers. Diese Strecken kommen in Seigerabständen von 80 Meter — je

nach dem steilern oder flachern Einfallen des Lagers einer flachen Pfeilerhöhe von 100 resp. 130 Meter entsprechend — untereinander zu liegen. Sind auf diese Weise zwei Hauptbausohlen, eine höhere und die zunächst tiefere, vorgerichtet, so schreitet man zur Herstellung einer offenen Verbindung dieser beiden Sohlen mittels eines flachen, dem Liegenden der Lagerstätte folgenden Schachts. Dieser wird meistens durch Ueberbrechen von der tiefern Sohle ab aufgehauen, was bei der flachen Lage des Liegenden leicht ausgeführt werden kann und die bekannten Vortheile bietet; bestimmte Abstände dieser Nebenschächte lassen sich nicht vorausbestimmen; sie richten sich nach der vorliegenden Längenausdehnung und Form der Erzmittel. Gegenwärtig sind sie derart disponirt, dass bis zu 200 Meter Länge des Erzmittels nur ein Nebenschacht nöthig wird, und bei 400 Meter Länge zwei Schächte so zu liegen kommen, dass von jedem Schachte aus zu beiden Seiten je 100 Meter Feldeslänge abzubauen sind. Die so vorgerichteten Erzmittel werden der Höhe nach noch durch Mittelstrecken getheilt, wodurch die abzubauende flache Pfeilerhöhe auf ca. 50 bis 65 Meter verringert, eine verstärkte Inangriffnahme des Abbaues ermöglicht und der Absturz der Erze auf die tiefer belegene Förderstrecke erleichtert wird. Die Mittelstrecken werden, gleich wie die Hauptstrecken, am Liegenden des Lagers aufgefahren. Geschieht dieses mit Bohrmaschinenbetrieb (was bei grösserer Lagermächtigkeit den Vorzug vor Handbohrarbeit verdient), so werden den Streckenquerschnitten grössere Dimensionen als gewöhnlich, mindestens 3 mal 3 Meter gegeben, und dadurch die Vortheile leichterer Manipulation mit dem fahrbaren Bohrgestelle, zweckmässigern Ansetzens der Bohrlöcher, grösserer Sprengeffecte und der Verhütung eines zu weit gehenden Zerkleinerns der Erze beim Sprengen erzielt. Sind die Strecken auf angemessene Entfernung vorgetrieben oder mit vorhandenen Schächten zum Durchschlag gebracht, so wird mit dem Abbau im Strecken-Niveau begonnen. Unter Anwendung fahrbarer Gestelle wird mittelst maschinellen Bohrbetriebes von der Strecke S aus zunächst der Streifen a, Fig. 320, von durchschnittlich 5 Meter Weite und 3 bis 3,5 Meter Höhe bis zum Hangenden hinweggenommen. Diesem querschlägigen Aushieb folgt sodann der Abbau des Streifens b in denselben Dimensionen, und wenn irgend angezeigt, auch derjenige des nach entgegengesetzter Seite hin belegenen Streifens b'. Der ausgehauene Raum a wird, vom Hangenden beginnend und nach dem Liegenden hin vorschreitend, mit Bergen bis unter die Firste versetzt. Diese Unterstützung, Fig. 321, wird noch durch die Quermauern m m verstärkt, welche gleichzeitig das feste Einstampfen der losen Berge gestatten und zur Offenerhaltung der Räume R R' dienen. Letztere sind zum ungehinderten Ansetzen der Bohrlöcher nach jeder Richtung hin wesentlich erforderlich. Am Liegenden wird die Unterstützung durch die Längsmauer m', welche zugleich als Widerlager für die nachfolgende Strecken-Gewölbmauerung mit vorgerichtet wird, bewerkstelligt. Bei haltbarer Firste können die Ausweitungen an

10 Meter Breite und darüber erhalten, ehe man die Quermauern anbringt; die losen Berge werden inzwischen in der Mitte des Aushiebes aufgestürzt. Grosser Druckhaftigkeit der Firste muss jedoch durch provisorische Unterstützung mittelst hölzerner Bolzen, in vielen Fällen auch durch stehen-

Fig. 320.

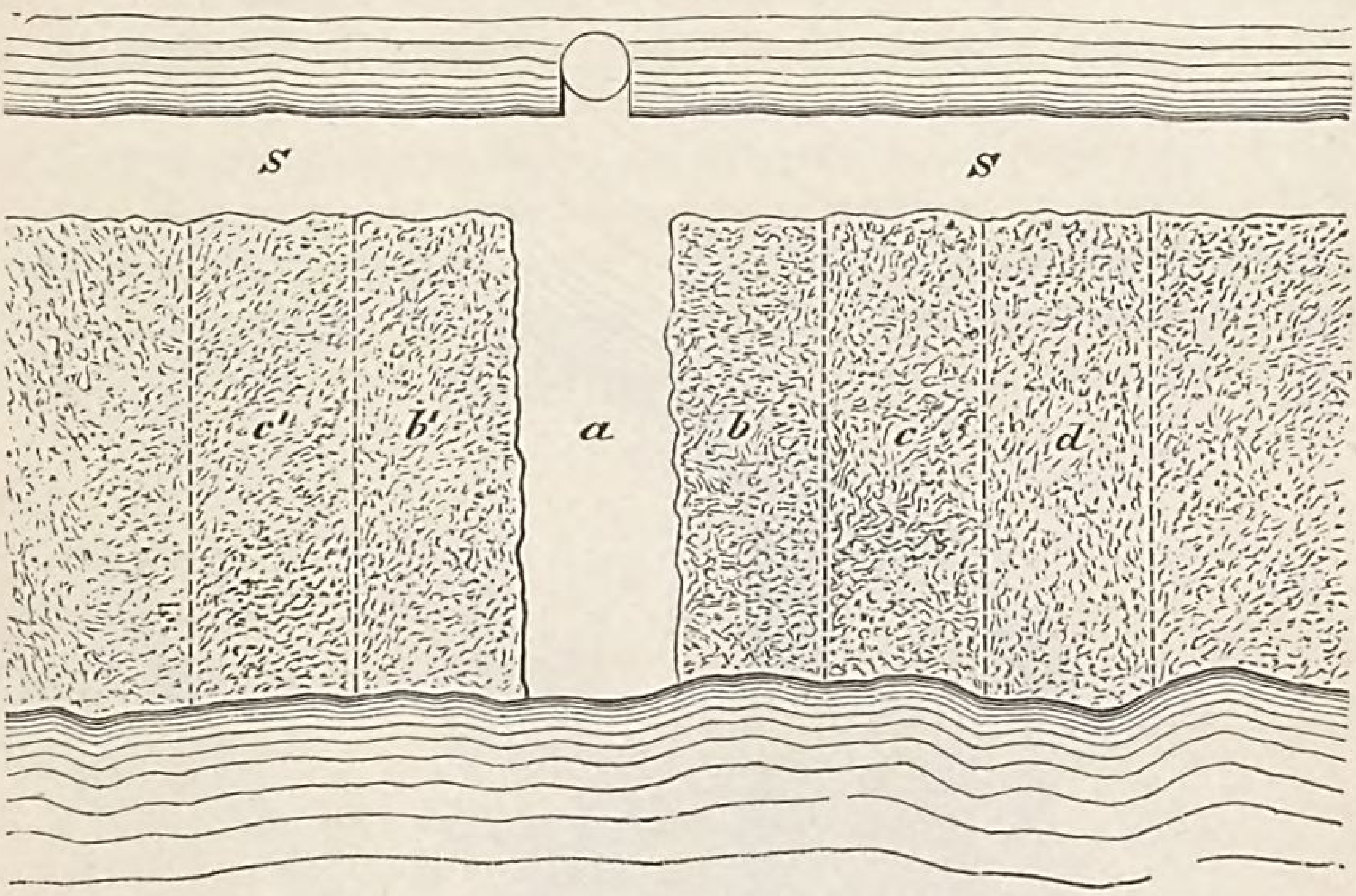
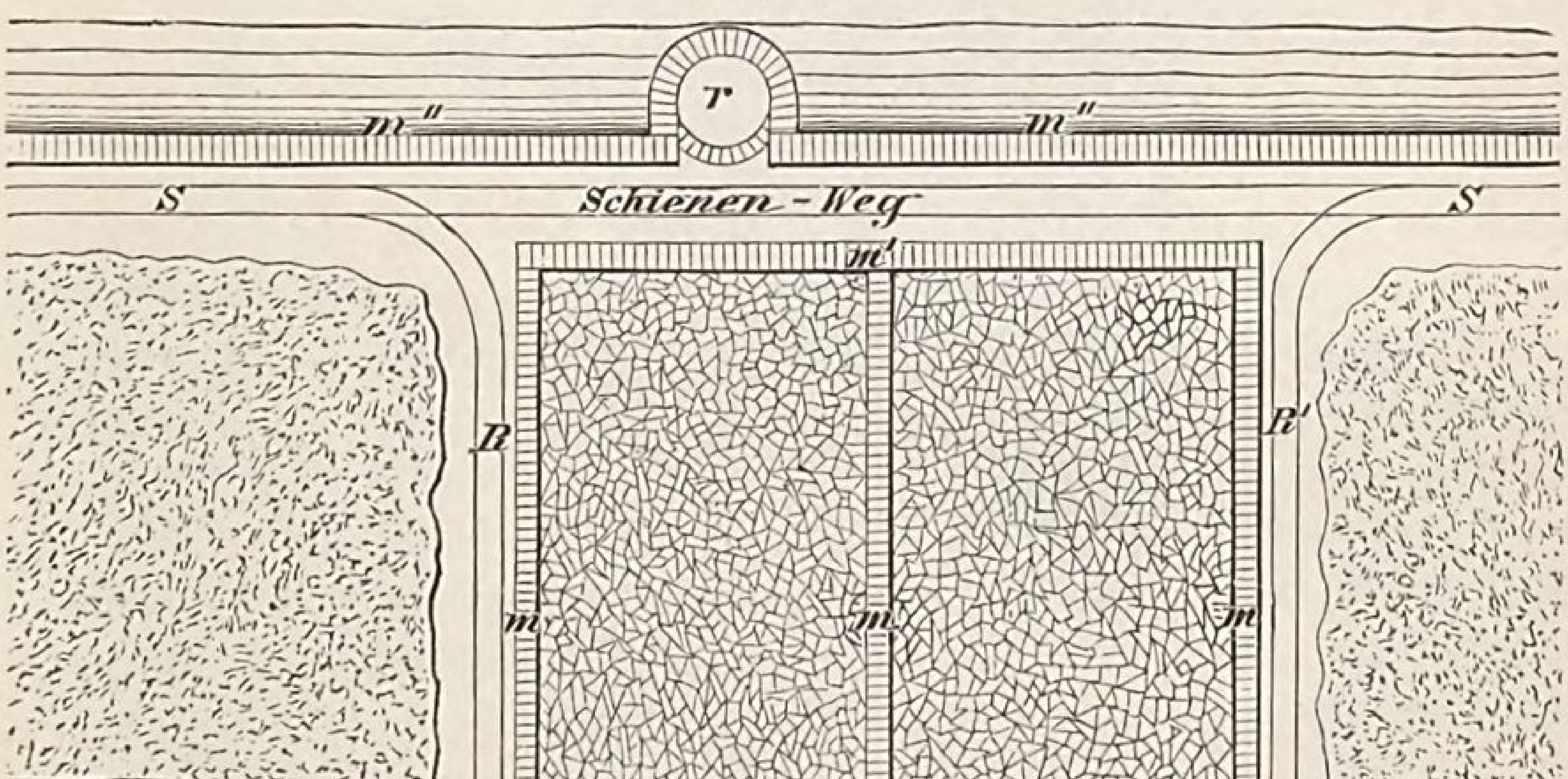


Fig. 321.



bleibende Mauerpfeiler bis zu vollständiger Ausfüllung begegnet werden. Behufs Aussparung der Förderstrecke S wird das meist sehr unebene Liegende nachgerissen und darauf das zweite Widerlager m'' für die halbkreisförmige Gewölbmauerung angebracht. Hierbei wird zugleich Rück-

sicht auf die zweckmässige Anlage der beim Indiehöherücken des Abbaues zum Absturze der hereingewonnenen Erze erforderlich werdenden Rollschächte r genommen. Dies geschieht dadurch, dass man in Abständen von 20 bis 25 Meter etwas ins liegende Nebengestein hinausbricht, um

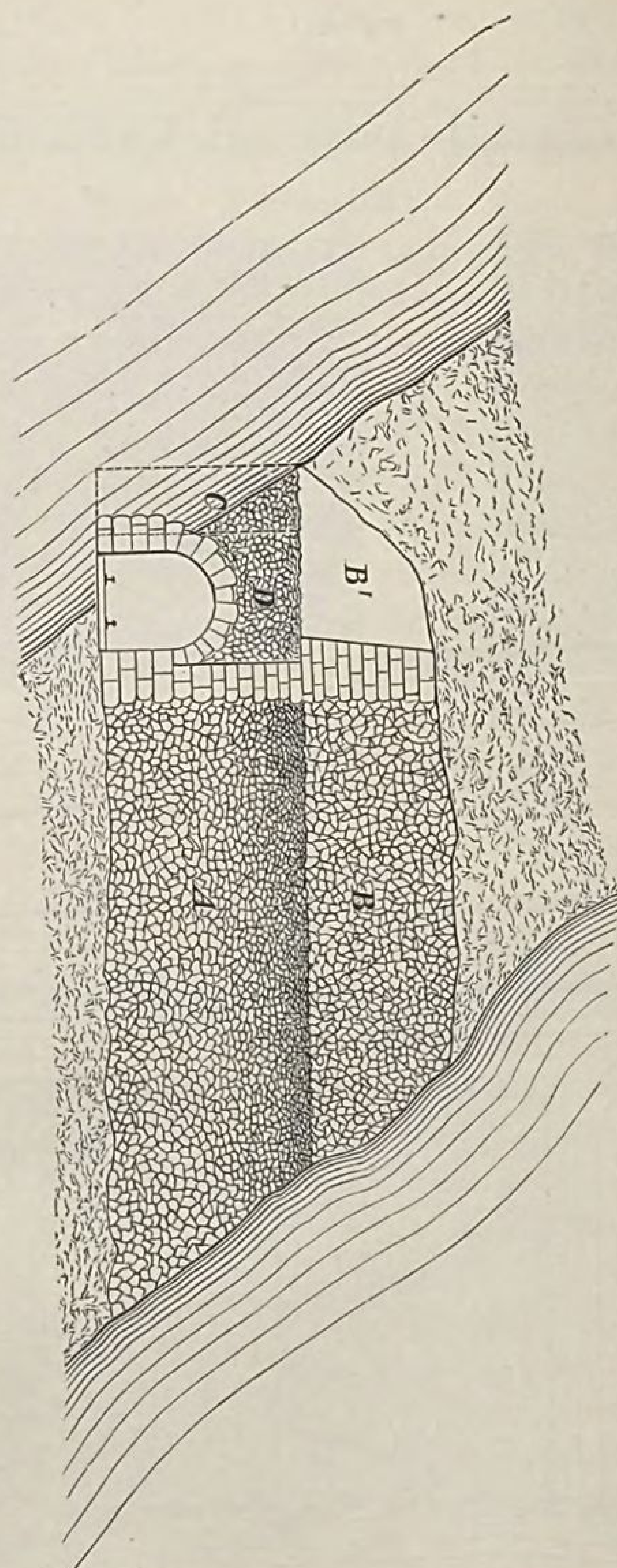
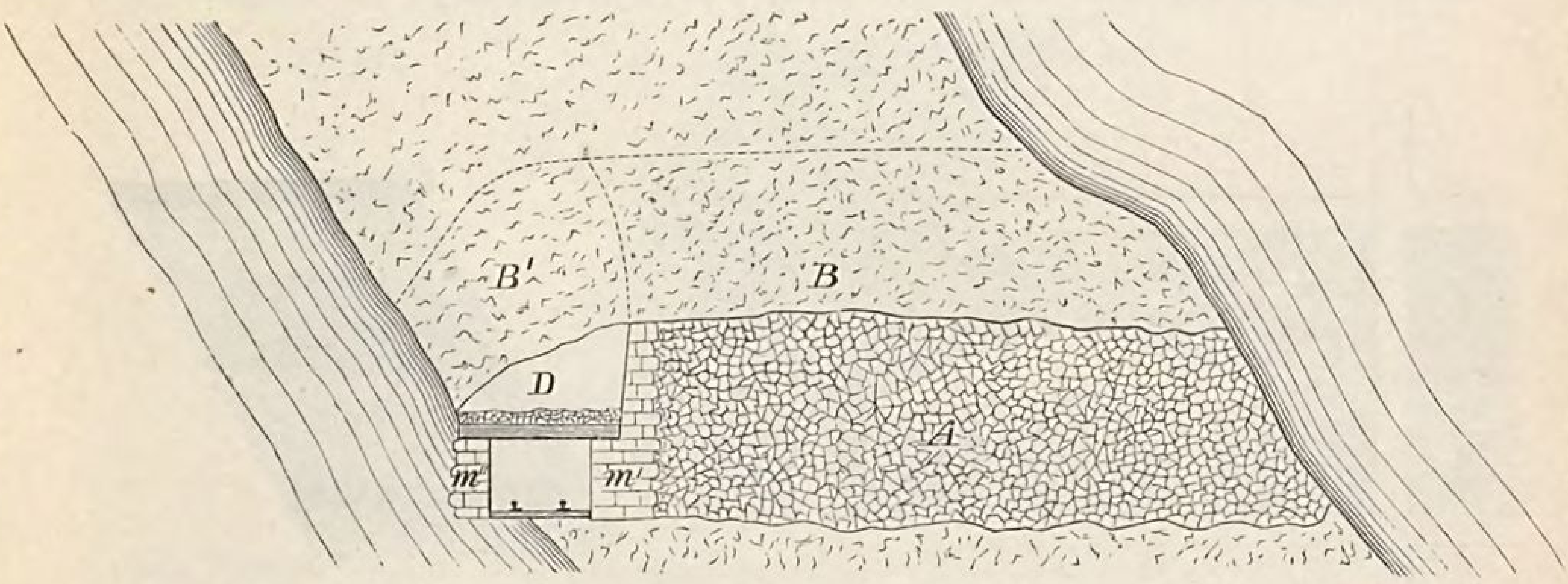


Fig. 322.

hinlänglich Raum und festen Grund für den aufzumauernden Rollschacht zu gewinnen und denselben möglichst hoch aufführen zu können, ehe er unter das Hangende der Lagerstätte trifft. In den meisten Fällen wird zur Sicherung der Firste überhaupt, insbesondere aber zur gefahrlosen Offenerhaltung des zum Einbau des Streckengewölbes erforderlichen Raumes,

der Aushieb am Liegenden bei D, Fig. 322, bogenförmig nach oben ausgeführt. Ist der Abbau auf die oben angegebenen 3 bis $3^1/_2$ Meter Höhe in der Streckensohle vollendet und der Raum A vollständig verfüllt, so wird der erste Firstenstoss B, zunächst durch Aufbrechen am Liegenden, in Angriff genommen. Die für die Streckenmauerung hergestellten Widerlager m' m'' werden auf mehrere Meter Länge mit noch einigermassen brauchbarem alten Grubenholze überdeckt und darauf eine 30 bis 40 Centimeter hohe Lage von feinen Bergen aufgetragen; sodann wird zunächst der Erzpfeiler B' hereingewonnen, dessen Aushieb nachfolgend das Streckengewölbe eingebaut und darauf Bergversatz gebracht. Hiernach wird das Aufbrechen am Liegenden weiter fortgesetzt, dabei die Firste wieder gewölbartig zugeführt, dann in angemessener Weite nach dem Hangenden hinübergebrochen und ganz in derselben Weise der Abbau des zweiten

Fig. 323.



söhligen Streifens B weiter fortgeführt, wie es beim Abbau des untersten horizontalen Streifens A geschehen; in gleicher Weise erfolgt auch der Bergversatz und die Untermauerung der Firste, wobei die nöthigen Arbeitsräume und der Fahr- und Förderraum (letzterer dem Liegenden entlang) nur soweit offen erhalten werden, als es eben ihrer Bestimmung entspricht. Die ausgesparten Räume werden mit den Rollschächten (Absturzschächten) in Verbindung gesetzt, was in den untersten Etagen z. Th. durch querschlägiges Einbrechen ins liegende Nebengestein, in den nachfolgenden jedoch nur durch Aufmauern gedachter Schächte in dem Bergversatze geschieht, Fig. 323.

Auf die vorstehend beschriebene Weise geht man mit dem Abbau der einzelnen söhligen Streifen, in denen nur die Verbindungs- und Rollschächte nachgeführt werden bis auf 2 bis 3 Meter unter die nächst höhere Bausohle, über welche unterdessen der Abbau bereits in die Höhe gerückt und Bergversatz aufgebracht ist. Es erfordert deshalb die Hinwegnahme des vorerwähnten letzten söhligen Streifens (Deckelstosses) besondere Massnahmen; während des Abbaues desselben muss bekanntlich der über-

lagernde Bergversatz abgefangen und zurückgehalten werden. Dieses geschieht ebenfalls durch Querbau, die Querstreifen werden hierbei aber weniger breit als bis dahin (etwa nur 2 Meter) genommen und in der Firste geht man mit starker Getriebezimmerung vor, die zunächst gegen die Sohle solide abgebolzt und auf der einen Seite, wo das Erz bereits hinweggenommen, dicht untermauert wird. Ist ein Querstreifen bis zum Hangenden abgebaut, so wird der offene Raum durch eine möglichst nahe am festen Stosse aufzuführende Scheibenmauer und dahinter einzubringenden Bergversatz dicht ausgefüllt, der nächstfolgende Streifen vom Liegenden ab angegriffen und ganz in derselben Weise verfahren, wie vorher. So fährt man fort, bis der ganze Deckelstoss vollständig abgebaut und der ganze Raum, den letzterer eingenommen, vollständig dicht mit Bergen versetzt ist.

Ein Beispiel zur zweiten oben angegebenen Modification des Weitungsbaues bildet der Bau auf dem Gange zu Felsöbanya in Ungarn[171]),

Fig. 324.

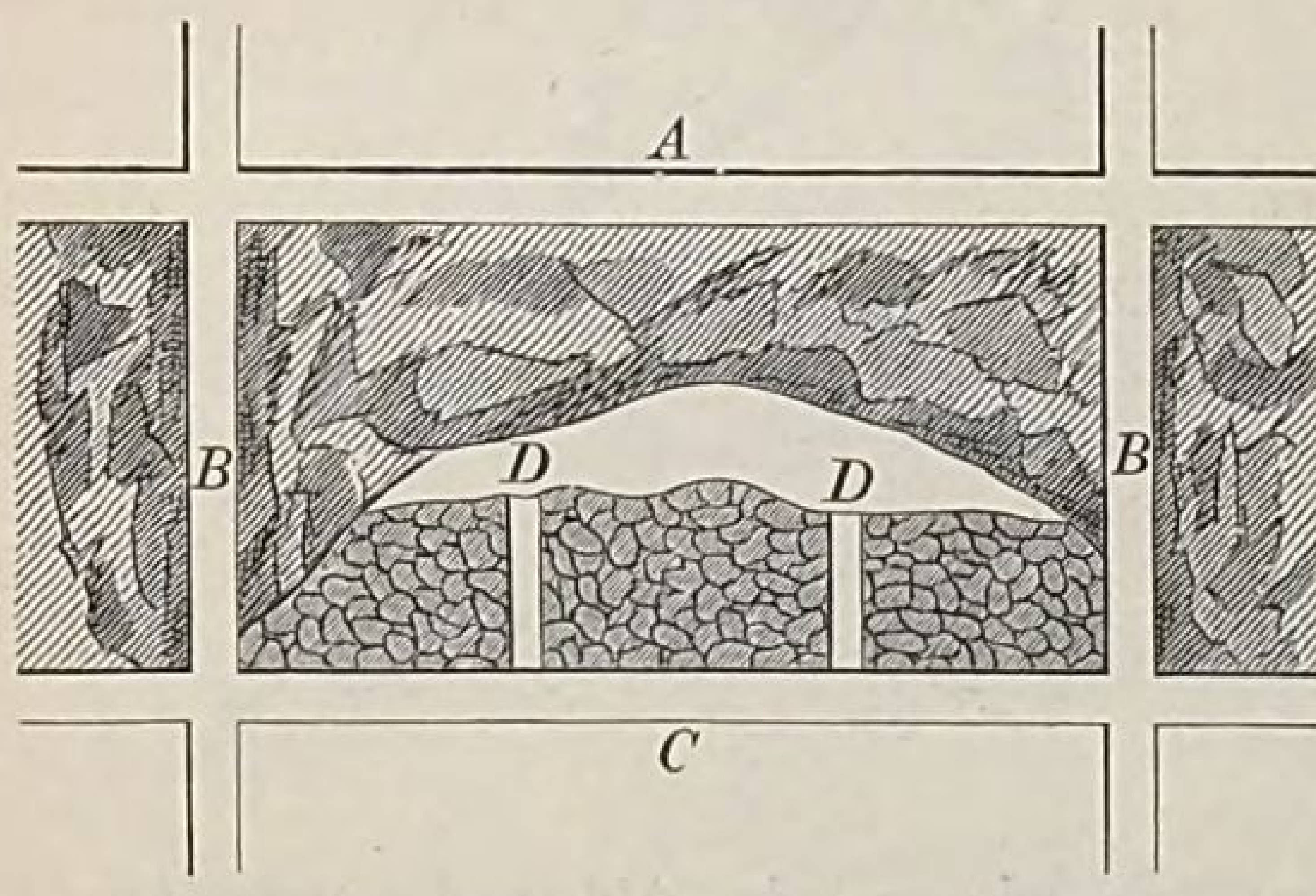
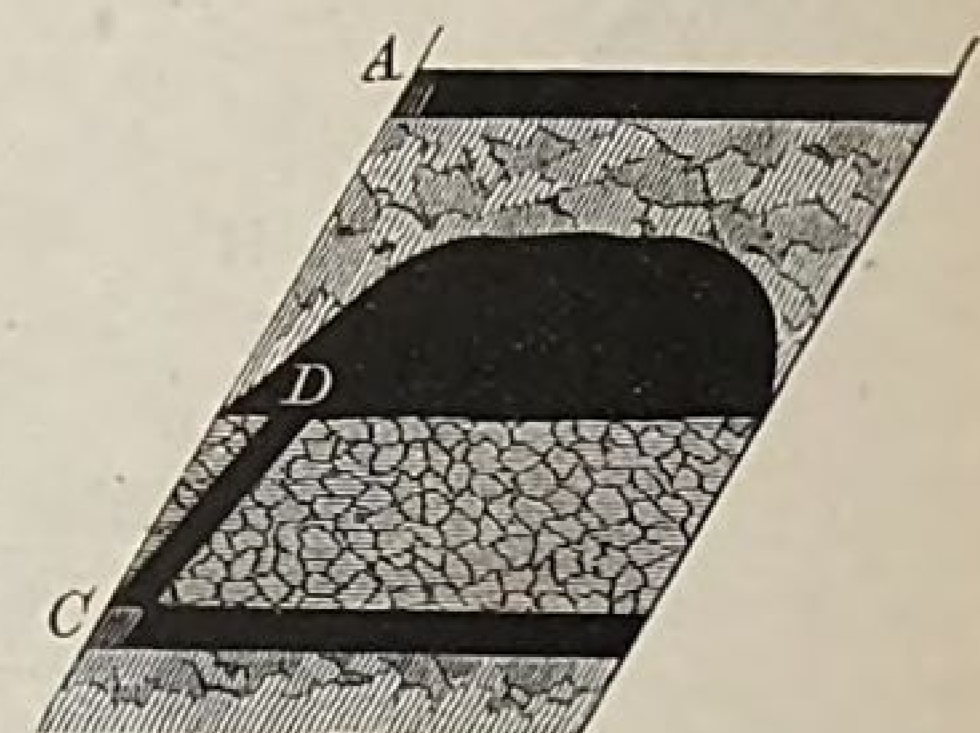


Fig. 325.

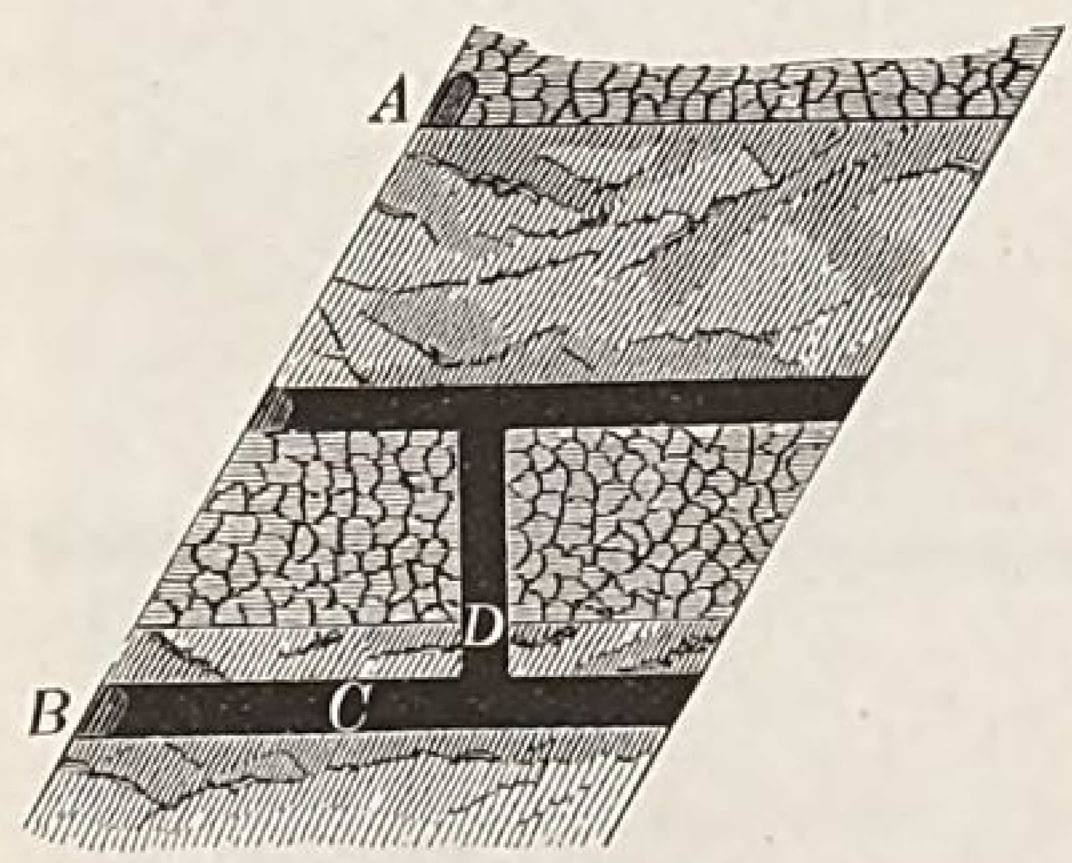


welcher durchgängig bauwürdig, aber im Ganzen arm ist; er fällt steil gegen Norden, schwankt in der Mächtigkeit von einigen Centimetern bis 21 Meter; die Gangmasse besteht aus Quarz, Hornstein und Schwerspath mit Bleiglanz und goldhaltigen Kiesen. In älterer Zeit führte man unter Feuersetzen eine obere Strecke A, in Fig. 324 und 325, aus welcher man zwei Schächte BB 21 Meter tief, 84 bis 105 Meter von einander entfernt, abteufte, dieselben wurden unten durch eine Strecke C am Hangenden verbunden; von dieser aus trieb man Querörter. Die Firste wurde demnächst auf einmal hereingenommen, bis der Raum hoch genug war, um die Strecken frei zu machen und mit Zimmerung verwahren zu können, auf diese wurde dann das Gewonnene gestürzt; darauf wurde wieder Feuer gesetzt und so allmälig in die Höhe gegangen. In der Masse liess man Rollen offen, welche auf die Querörter führten. War man bis zu 3,138 Meter

[171]) Cotta: Ueber die Erzlagerstätten in Ungarn u. Siebenbürgen in berg- u. hüttenm. Zeitg. v. Bornemann u. Kerl. Freiberg 1861. S. 82.

Entfernung unter die obere Strecke A gelangt, so hörte man mit der Gewinnung auf, die Firste ist dann gewölbeartig und steht fest, so dass man nun unten die Massen wegfüllen und fördern konnte, wodurch allmälig grosse offene Räume entstanden. Auf die Dauer sind Brüche gar nicht zu vermeiden, welche auch über Tage sichtbar werden, obschon auch Einsenkungen von dem früheren Tagebau herrühren. Diese Bauweise findet sich jetzt nur noch auf den Gangtrümmern. Sonst geht man zur Zeit mittelst Schiessarbeit und dem sogenannten Säulen- oder Ulmenbau vor. A und B, Fig. 326, sind streichende Strecken am Hangenden, 19 bis 31 Meter unter einander, von Zeit zu Zeit werden Querörter C bis ans Liegende getrieben, aus denen man mit den Ueberbrechen D in die Höhe geht; über den unteren Strecken B und C lässt man eine Bergfeste von 2 bis 4 Meter stehen und lenkt darüber von D aus ein streichendes Ort

Fig. 326.



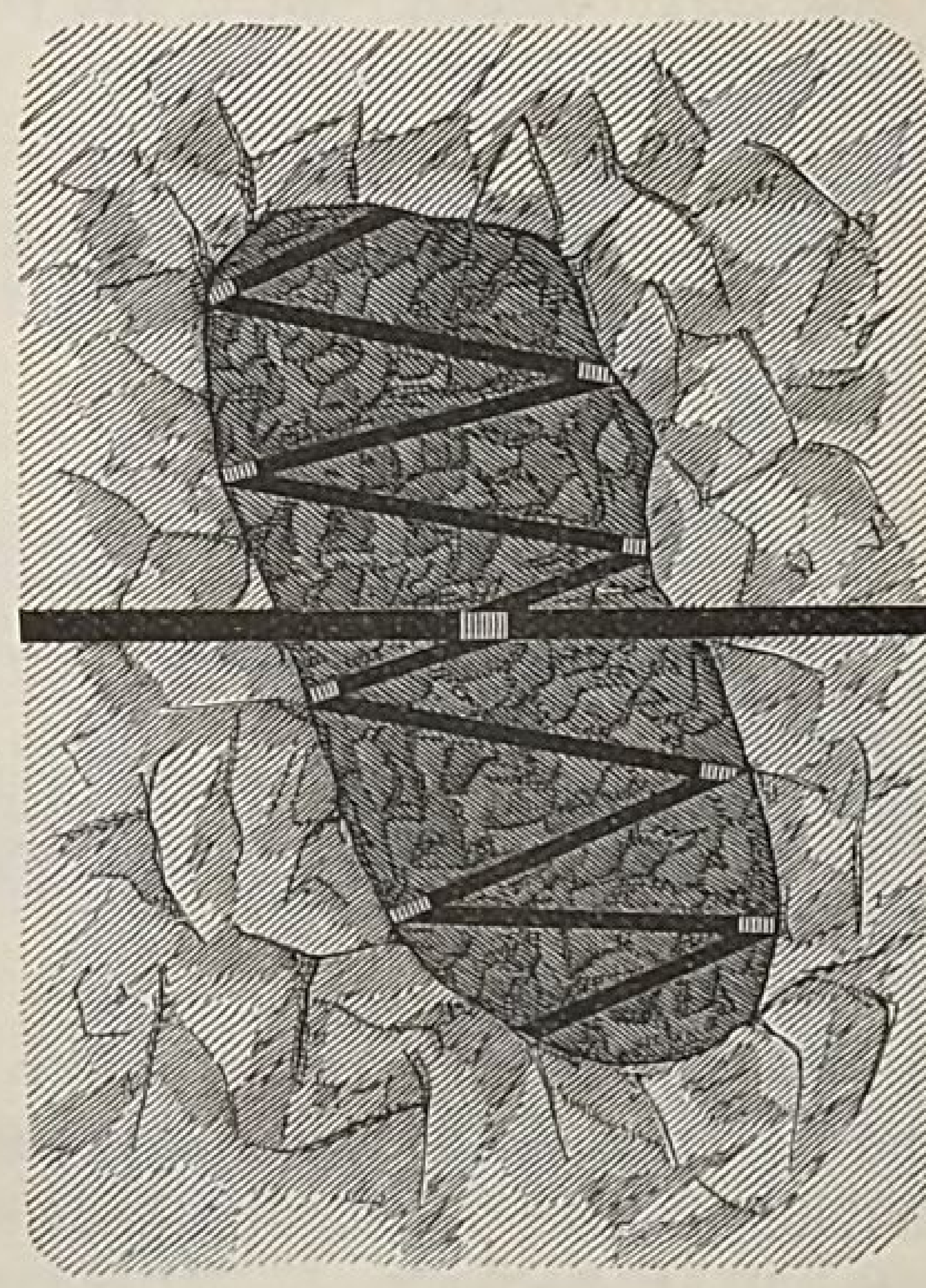
nach beiden Seiten, von welchem man Querörter treibt, so dass man dann die ganze Mächtigkeit mit etwa 42 Meter breiten streichenden Strecken wegnehmen kann. Sind diese Säulen ausgehauen, so lässt man das Haufwerk liegen und reisst in gleicher Weise die Firste nach. Unter dem oberen über A befindlichen Werke bleibt eine gewölbte Bergfeste von 4 Meter Stärke. Dann lässt man durch Rollen, welche zu beiden Seiten des Ganges offen gehalten sind, das Haufwerk allmälig abrollen, wodurch dann grosse freie Räume entstehen und bedeutende Brüche im Laufe der Zeit unvermeidlich sind. Im ersten Viertel dieses Jahrhunderts wandte man noch den Sohlenulmenbau an, das Umgekehrte des jetzigen Verfahrens, wobei man gleichsam strossenartig vorging im Gegensatz zum jetzigen firstenartigen Bau; dabei entstanden aber schon während des Baues leicht grosse Brüche.

Als Repräsentant der dritten Modification ist der Kammerbau auf dem Steinsalzlager zu Wieliczka[172]) anzusehen. In der Salzablagerung

[172]) Zeuschner: Das Salzlager von Wieliczka im neuen Jahrbuch von v. Leonhardt u. Bronn Jahrg. 1844. S. 513. — Hrdina: Geschichte der Wieliczkaer Saline S. 183. — Beschreibung der Salzgewinnung zu Wieliczka in Tunner, berg- u.

kommen dreierlei Arten von Salzen vor: oben das Grünsalz in einzelnen abgesonderten Putzen und Stöcken (Grünsalzkörpern) von wenigen Kubikcentimetern bis vielen Kubikmetern Grösse, begleitet und umhüllt von Thon, der auch das Salz selbst durchzieht; in der Mitte das Spizasalz mehr flötzartig gelagert, oft jedoch im Zusammenhange zerrissen, einzelne muldenförmige Partien bildend, oft mehrere Meter mächtig, enthält Sand eingemengt und geht oft vollständig in sandiges Gestein über; unten das Szybiker Salz, welches Mulden und Gabeln bildet, sich oft auf mehr, als 200 Meter Länge erstreckt bei 0,628 bis 4,185 und 6,277 Meter Mächtigkeit, von welcher indess nur bis jetzt 1,255 Meter abgebaut werden. Der eigentliche Kammerbau findet nur in den Grünsalzkörpern statt, während

Fig. 327.



die anderen Salze wie gewöhnlich verhauen werden mit Preisgeben von Salzpfeilern. Die Salzkörper werden bei jetzt regelmässig durchgeführter Sohlenbildung mit sogen. Hoffnungs- und Querstrecken aufgesucht und in ihrer Ausdehnung durch hin und her ansteigend oder abfallend getriebene Strecken untersucht, worauf der stets von Oben her und strossenartig geführte Abbau beginnt, Fig. 327, wobei man etwas Grünsalz an der Begränzung stehen lässt. Die Drosdowice-Kammer ist nach Hrdina 33 Meter lang, 25 Meter breit, 35 Meter hoch, andere sind noch grösser, dennoch ist eine Unterstützung selten nöthig; dieselbe wird alsdann durch scheiterhaufenartig auf einander gethürmte Hölzer mit dazwischen gestürztem

hüttenm. Jahrbuch der k. k. Montanlehranstalten zu Leoben u. Przibram. Wien 1867. Bd. 6. S. 150. — Berg- u. hüttenm. Ztg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 133.

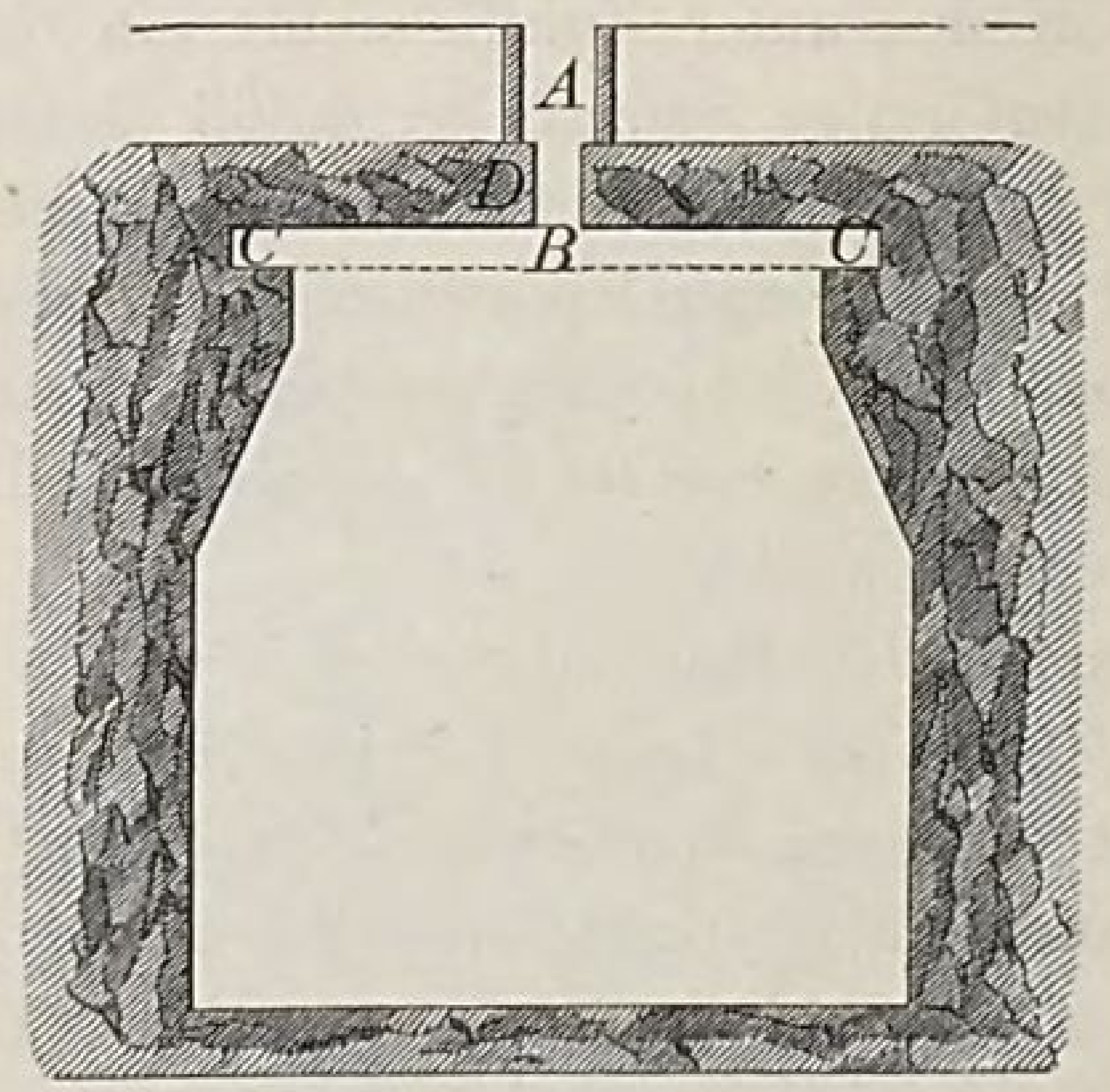
Bergeversatz bewirkt, bei nicht bedeutender Höhe baut man Pfeiler aus unreinen Salzstücken mit Versatz in der Mitte auf. Verlassene Baue versetzt man mit Bergen aus den Hoffnungsstrecken, um Gefahr für die darüber liegende Stadt abzuwenden, da früher die Oberfläche gelitten hat, sogar eine Kirche abgetragen werden musste. In den unteren Salzlagern findet Oerterbau statt; im Spizasalz lässt man Pfeiler von 6 bis 10 Meter Seite stehen, die man nachträglich gewinnt, wenn Versatz möglich ist. Eigenthümlich ist bei der Salzgewinnung das Ablösen des Salzes in Bändern ohne Sprengarbeit, weil ein bestimmtes Format vorgeschrieben ist; solche Bänder haben etwa 3,139 Meter Höhe, 1,255 bis 1,569 Meter Breite, 0,418 bis 0,628 Meter tiefe horizontale Schräme und verticale Schlitze und werden mit eisernen Keilen unter Zuhilfenahme von Brechstangen abgelöst. Balvanen sind tonnenförmige Salzstücke, 0,863 Meter lang, in der Mitte 0,471 Meter, an den Enden 0,419 Meter im Durchmesser, 185 Kilogramme schwer; Formalsteine sind parallelepipedisch 0,497 Meter lang, 0,262 Meter breit, 0,105 Meter hoch, 50 Kilogramme schwer, Naturalstücke ohne bestimmte Form 28 Kilogramme schwer, Minuzien sind die kleinen Stücke und werden in Fässer verpackt.

Hierhin gehört auch der Bau auf Steinsalz in der Marmarosch und in Siebenbürgen[173]), wo das Lager bis 146 Meter und mehr mächtig ist, fast zu Tage ausgeht oder nur von einer 6 bis 63 Meter mächtigen Decke von Salzthon und Sandstein überlagert ist. Wo möglich treibt man immer einen Stolln bis in den Kopf des Salzes, welcher das Wasser von der Tagesoberfläche aufnimmt. In älterer Zeit führte man Glockenbau. Man teufte einen Förderschacht, daneben einen Fahrschacht bis in das Salz ab, wobei man die Wasser in den Stössen abfing; wenn man das Salz erreicht hat, vertieft man die Schächte noch einige Meter im Salze, welche als Himmel stehen bleiben und erweitert sich nun strossenförmig nach unten, 125 bis 167 Meter tief oder so lange noch Salz ansteht, doch lässt man wegen des wasserführenden Grundgebirges am Boden etwas Salz anstehen; der grösste Durchmesser des so entstehenden flaschenförmigen Raumes, in dessen Mitte die Fahrt frei herabhängt, betrug bis 47 Meter. Jetzt wendet man Kammerbau mit parallelepipedischen Räumen an, deren kurze Seite stets im Streichen der etwaigen Salzablösungen gestellt wird, weil auch hier nur Formsalz erzeugt, das Kleinsalz aber oft über die Halde geworfen wird. Es wird ein Schacht A in Figur 328 bis auf das reine Steinsalz abgeteuft, findet man nur unreines, so untersucht man mit einer Strecke, von deren Aufschluss es abhängt, ob man den Bau verfolgt oder einen neuen Schacht abteuft; den Schacht bringt man 12,554 Meter durch derbes Salz, welches in dieser Mächtigkeit anstehen bleibt; demnächst wird eine Strecke B 12,554 Meter breit, 2,511 Meter hoch in der Länge getrieben, welche die Kammer erhalten soll, die meist 200 Meter lang genommen wird; dann

173) Karsten: Salinenkunde Bd. 1. S. 504.

findet schmales Niedergehen in der Sohle der Strecke statt, so dass auf beiden Seiten 0,942 bis 1,569 Meter breite Galerien C entstehen, demnächst verhaut man die langen Stösse unter Winkel von 60 Grad, während die kurzen seiger bleiben; sobald die Kammer 16 bis 25 Meter Breite erlangt hat, werden auch die langen Stösse seiger gehauen. Die Sohle wird mit Rücksicht auf die Darstellung von Formalsteinen bänderartig geführt. Vor Erreichung des Grundgebirges bleibt zur Abhaltung der Wasser aus demselben Salz stehen; vom Schachte werden die Wasser durch Circumferentialstolln abgehalten, ausserdem wird zum Abfangen der Wasser im Schachte Zimmerung angebracht, welche auf einer Salzbrust ruht, das untere Joch

Fig. 328.



legt man auf Keile, dazwischen Ochsenhäute, welche in den Schacht hineinhängen, das Wasser auffangen und in die Gerinne leiten. Wenn eine Kammer ausgebaut ist, so fängt man 12,554 Meter davon eine neue an, der Zwischenpfeiler bleibt stehen. Trotz dieser Vorsichtsmassregeln können grosse Tagebrüche nicht ausbleiben, weshalb die Oberfläche durch Umzäunungen geschützt werden muss. Man macht übrigens lieber mehre kleinere, als zu grosse Kammern, da durch längeren Betrieb das Salz verdirbt.

Eine Gewinnung mittels Kammern und strossenartigem Abbau findet auf der Dachschieferablagerung bei Angers an der Loire statt[174]), welche bereits im zwölften, sicher im vierzehnten Jahrhundert Gegenstand bergmännischer Arbeit war. In früherer Zeit erfolgte die Gewinnung mittels Tagebaues, erst im Jahre 1832 ging man zum unterirdischen Betrieb über. Die Kammern erhalten eine Breite von 50 und eine Länge von 60 Meter; die Vorrichtung beginnt mit dem Abteufen eines 3 Meter breiten und 5 Meter langen seigern Förderschachtes, welcher im unverritzten Felde in der Mitte der projectirten Kammern angesetzt wird; sind unterhalb der verwitterten Schichten 20 Meter in der gesunden Ablagerung durchsunken, so wird vom Schachte aus in der Schieferung nach beiden Seiten bis zur

174) Nasse in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 30B. S. 223.

Gränze der Kammer der $3\frac{1}{3}$ Meter tiefe Einbruch geschossen, durch dessen allmälige, söhlige Erweiterung rechtwinkelig zur Schieferung bis zur hangenden und liegenden Gränze der Kammer das flachgewölbte Dach (voute) gebildet wird, wobei nicht geschossen werden darf, sondern Schlägel und Eisenarbeit angewendet werden muss. Die allmälige Vertiefung der Kammern erfolgt dann in strossenweisen Absätzen. Die tiefsten Kammern sollen zur Zeit eine Teufe von über 200 Meter unter Tage besitzen.

d. Bruchbau.

1. Etagenbruchbau.

Der Etagenbruchbau dient für mächtige, steil aufgerichtete Stöcke und Lager, deren Masse nicht mehr genug Zusammenhang besitzt, um grosse Weitungen zu gestatten; er hat in mancher Beziehung Aehnlichkeit mit dem Pfeilerbau insofern, als man Oerter treibt und nachher die zwischenliegenden Pfeiler nebst der Firste, welche gegen die höhere Etage in den Oertern stehen geblieben ist, gewinnt. In der Ausführung hat man zwei Modificationen:

1. ob man die Orter streichend, wie bei plattenförmigen Lagerstätten, oder quer treibt; das Letzte wird im Allgemeinen besser sein, weil man mehr Gewinnungspunkte und weniger lange Oerter erhält und empfiehlt sich namentlich bei gebrächer Substanz;

2. ob man durch den Oerterbetrieb absichtlich den Bruch der höheren Massen herbeiführt und diese dann durch neue Oerter gewinnt, wo er dann in den eigentlichen Bruchbau übergeht.

Vom Pfeilerbau unterscheidet sich die Baumethode insofern, als hier die Pfeiler nicht zwischen Dach und Sohle stehen, sondern die Lagerstätte selbst gewissermassen als Begränzung dient.

Beispiele für diese Bauweise sind zahlreich, wie auf dem Spatheisensteinstock zu Müsen, auf vielen Galmeistöcken, auf dem Alaunschieferlager im Maasthale, auf dem Anthracitvorkommen zu La Mure.

Der Stahlberg bei Müsen[175]). Die Lagerstätte ist durchschnittlich 25 Meter mächtig, streicht im Allgemeinen von Osten nach Westen, wird westlich durch eine Verwerfung „den faulen Stuff" abgeschnitten und ist östlich zertrümmert. Ueber dem Stahlberger Stolln sind 10 Etagen gebildet, deren Sohlen 10,462 Meter von einander entfernt sind, und deren unterste der Stolln selbst ist; eine Tiefbausohle liegt 31,385 Meter darunter. Man treibt streichende Oerter von 5,230 Meter Weite und Höhe, so dass 5,230 Meter an der Firste anstehen bleiben, dazwischen stehen unregelmässig und von verschiedener Stärke die Pfeiler; gelangt man mit den Oertern an die Zertrümmerung, so beginnt das Hereinhauen der Firste

175) Adalbert Nöggerath: Die Grube Stahlberg b. Müsen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 11B. S. 63.

unter gleichzeitiger Gewinnung der Pfeiler. Diese Arbeit ist sehr schwierig und gefährlich, da über der ganzen Firste alter Mann liegt. Zwei Meter rückwärts vom Ortsstoss wird eine Wand von Bergen aufgeführt und nun definitiv die Firste durch Schiessarbeit, wozu man lange Bohrstangen hat, hereingebracht, der Stoss wird dabei stets den rechtwinkelig durch das Streichen stehenden Klüften parallel gehalten. Das Gewonnene füllt sich hinter der Mauer, die dadurch immer höher steigt; dann wird eine zweite Mauer gesetzt, endlich eine dritte, bis die Firste mit den darauf ruhenden Bergen aus der oberen Etage zum Durchbruch kommt; aus den Bergen sucht man soviel wie möglich Spatheisenstein herauszuziehen. In solcher Weise geht man rückwärts bis zum Schachte fort. Gelangt man bei der Gewinnung der Firste an den Pfeiler, so ist dieser mitzugewinnen, was, wenn man nur zwei Strecken, also nur einen Pfeiler hat, in der Weise geschieht, dass man den Pfeiler durch Querbetriebe der Länge und Breite nach schwächt, bis er ganz weggenommen ist; sind mehr Strecken vorhanden, so muss man den Pfeiler in mehren Streifen nach einander gewinnen. Wenn ein Pfeiler sehr brüchig ist, so umhüllt man ihn mit Bergen, welche die Firste tragen, geht dann durch die Berge zu dem Pfeiler hindurch und gewinnt diesen in concentrischen Schichten. Für die Tiefbausohle ist Querbau projectirt.

Der Alaunschiefer im Maasthale[176]), im Kohlenkalk lagernd, ist 16 bis 18 Meter mächtig und hat 70 bis 80 Grad Neigung; er wird in 5 bis 6 Meter hohen Etagen von Oben nach Unten abgebaut. Es wird ein Schacht am Ausgehenden in's Liegende niedergebracht, von hier aus in der Etagensohle ein Querschlag zum Hangenden getrieben und am Liegenden eine ausgezimmerte streichende Strecke zu jeder Seite des Querschlags 120 Meter lang aufgefahren; ausserdem führt man wohl noch 2 parallele Strecken in der Mitte und am Hangenden der Lagerstätte in den weicheren Schieferlagen; alle drei Strecken werden durch Querbetriebe verbunden. Aus den Strecken, mit Ausnahme aus der am Liegenden, nimmt man von Hinten nach Vorn die Zimmerung heraus und erwartet den Bruch, während man eine tiefere Etage vorrichtet: demnächst treibt man in die Bruchmasse von Neuem aus der liegenden Strecke verzimmerte Querörter, die man wieder zu Bruche wirft und nach einiger Zeit nochmals eröffnet.

Das Anthracitvorkommen von La Mure[177]) ist steil geneigt, 5 bis 12 Meter mächtig und wird in Etagen von $4^1/_2$ bis 5 Meter Höhe gewonnen. Am Hangenden und Liegenden werden streichende Strecken getrieben und diese alle 10 Meter durch Querörter verbunden, sie erhalten 2 Meter Höhe, so dass in der Firste $2^1/_2$ bis 3 Meter Anthracitmasse hängen bleiben. Der

[176]) Combes a. a. O. II. 285.

[177]) Ebenda S. 239. — Annales des mines. 3 Série. tome 9. pag. 427; ebenda. 7 Série, tome 4. p. 63.

Abbau beginnt am äussersten Ende, indem man in dem von 2 Querörtern gebildeten Pfeiler eine neue Querstrecke treibt, so dass ein 1 bis $1^1/_2$ Meter breiter Streifen gegen den seitlichen Bruch stehen bleibt, diesen durchbricht man mit etwa 1 Meter breiten Strecken, so dass nur noch kleine quadratische Pfeilerstücke von $^1/_2$ bis 1 Meter Seite, je nach der Festigkeit des Anthracits, zurückbleiben. Dann greift man die Firste mit der Keilhaue an, wobei die Arbeiter auf Bergen oder dem zurückbleibenden Grus stehen; man nimmt nur 2 bis $2^1/_2$ Quadratmeter Fläche in Gewinnung. Indem man in den oberen Bruch schlägt, rollen die Berge aus demselben herein, welche man durch Mauern zurückhält, die quer durch die Strecken gehen und auf die noch anstehenden Pfeiler gestützt sind. Ist man in solcher Weise 40 bis 50 Meter von Hinten nach Vorn vorgedrungen, so kann man beginnen, die nächst tiefere Etage abzupfeilern.

2. Eigentlicher Bruchbau.

Der Bruchbau ist kaum eine besondere Baumethode, zumal der Etagenbau in ihn übergeht; er ist eigentlich der Bau in gebrochenen Massen; oft wird auch dagegen die beschriebene Gewinnung der Braunkohle als Bruchbau bezeichnet, sogar das Hereinbrechen der angebauten Firstenkohle bei mächtigen Steinkohlenflötzen, welches nach dem Rauben der Zimmerung erfolgt. Der Bruchbau kommt unter Anderem in dem Stockwerke zu Altenberg vor.

Man hat hier mit zufälligem und absichtlichem Bruch in zerrütteten Massen zu thun, die meist Folge vorausgegangener Stockwerks- und Weitungsbaue in mächtigen Lagerstätten sind; derartige Massen können nur durch Bruchbau und Abtreibearbeit gewonnen werden. Plinius beschreibt spanischen Goldbergbau als Bruchbau[178]).

Man unterscheidet wohl stehenden Bruch, wobei die Masse noch die ursprüngliche Stellung einnimmt und nur durch Spalten und Klüfte in Folge des Brechens zerrissen ist, und lebendigen Bruch, wo die Masse, in einzelne Stücke getrennt, sich nicht mehr in ursprünglicher Stellung befindet, und wobei wegen der anzubringenden Unterstützung viel schwerer fortzukommen ist.

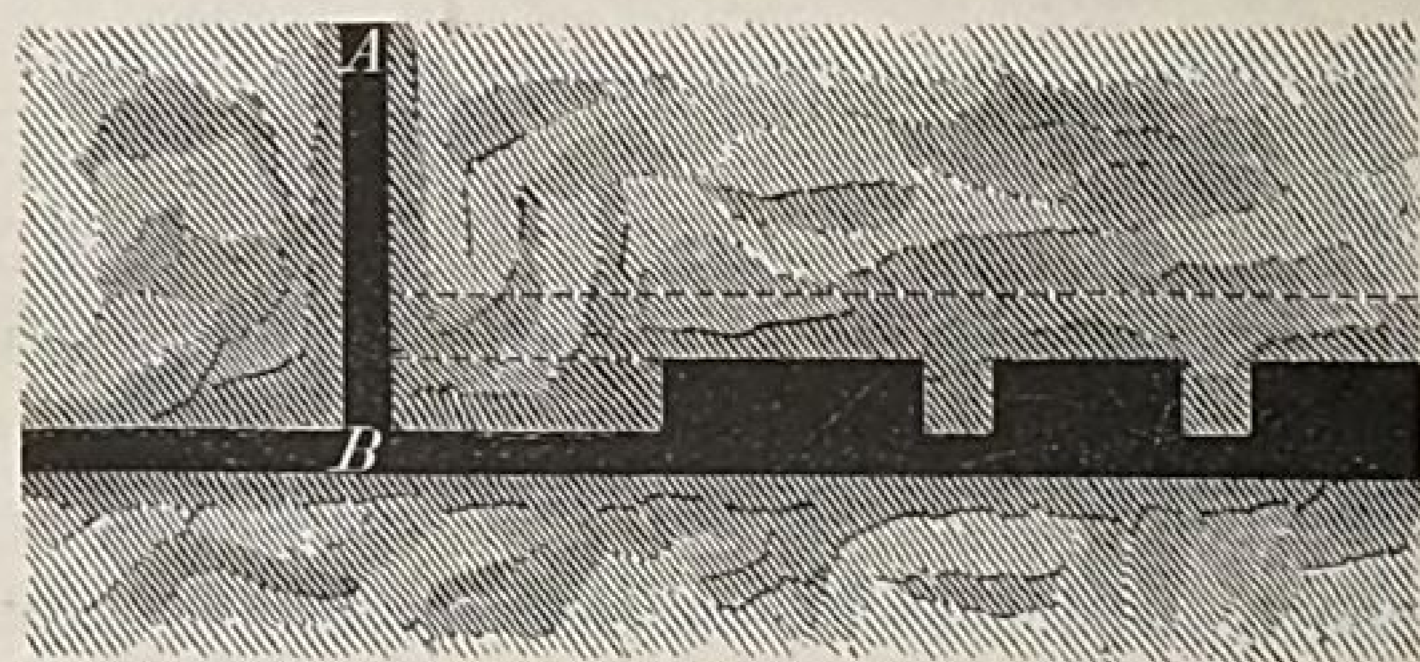
Der regelmässige Bruchbau, wie im Altenberge, darf nur in der tiefsten Sohle beginnen. Von einem Punkte ausserhalb, wo noch festes Gestein ansteht, treibt man eine Strecke (Bruchort) in ganz willkürlicher Richtung vor und sucht bauwürdige Massen auf; das Bruchort wird, wenn die gebrochenen Massen erreicht sind, mit Abtreibezimmerung getrieben und wird zu einem sogenannten Schubort, wenn man bauwürdige Massen erreicht hat, welche man dann hereinrollen lässt; dabei muss man Sorge tragen, dass keine hohlen Räume bleiben, am wenigsten über der Zimmerung. Oft steht ein Schubort im Altenberge 10 bis 12 Jahre; wenn das Nachrollen aufhört, geht man weiter vorwärts.

[178]) Karsten: Metallurgie. Bd. 1 S. 41.

Im stehenden Bruch braucht die Zimmerung nicht so fest zu sein, auch kommt darin Schlägel- und Eisenarbeit, selbst Feuersetzen zur Anwendung, doch umgeht man den Angriff auf zu grosse Massen, damit der Bruch nicht zu lebendig wird.

Auf einem 2,197 bis 3,139 Meter mächtigen Braunkohlenflötze auf der Haardt bei Bonn[179]), welches ein 0,628 bis 0,785 Meter mächtiges Dach von Alaunschiefer hat, findet eine Art Bruchbau statt. Man bildet Pfeiler von 10,462 Meter Seite durch 1,569 Meter hohe Strecken ohne Zimmerung und lässt das Ganze 6 bis 8 Jahre stehen, worauf der Rest der Kohle hereinbricht und wegen seiner weichen Beschaffenheit den aus-

Fig. 329.



gewonnenen Raum fast ganz wieder zufüllt; die hereingebrochenen Massen werden durch Bruchbau gewonnen. Nach ferneren 8 bis 9 Jahren ist auch das Dach gefallen, sodass auch diese Massen durch abermaligen Bruchbau gewonnen werden können. In den beiden letzten Perioden ist natürlich Abtreibezimmerung anzuwenden. Fast zwei Drittel der Masse gehen bei diesem Bau verloren.

Auch auf alten Steinkohlenpfeilern findet Bruchbau statt, wo man ihn Stoppelbau nennt.

Dem Bruchbau zu vergleichen ist der Kuttbau im sächsischen Obergebirge, welcher neben Eisensteingängen in aufgelöstem, zersetztem, 6,277 bis 12,554 Meter weit mit Eisensteinknoten durchzogenen Granit geführt wird. Vom Gange aus geht man mit einem Querorte A, Fig. 329, in den Granit, treibt eine streichende Strecke B mit Zimmerung, erweitert dieselbe bruchweise nach einer Seite und geht, indem man kleine Pfeiler stehen lässt, bis A zurück; von hier aus treibt man eine neue Weite in ganz gleicher Weise u. s. f. Später greift man den Theil darüber an, indem man neue Zimmerung auf die unten stehen gebliebene setzt, wodurch grosse Holzverschwendung entsteht.

[179]) v. Dechen: in Karsten's Archiv 1831. Bd. 3. S. 526.

III. Besondere Abbaumethoden.

a. Tummelbau.[180])

Der Tummelbau ist bekannt bei der Braunkohlengewinnung in der Rheinprovinz, speciell im Brühler Revier und auf der rechten Rheinseite am nördlichen Rande des Siebengebirges. Es ist nur ein Lager, aber mit vielen Unterbrechungen bekannt. Vorwaltend ist feinerdige Braunkohle, aber auch feste gemeine Braunkohle (Knabben) kommt vor, so wie bituminöses Holz; Aschgrund ist eine mit vielem Thon gemengte Braunkohle, die nur in grossen Massen brennt. Die Oberfläche des Lagers ist sehr uneben durch Furchen, Risse, Auswaschungen, welche mit dem Deckgebirge erfüllt sind. Die Mächtigkeit schwankt in den verschiedenen Grubengebieten zwischen 3,766 bis 9,416 Meter, 8,160 und 15,379 Meter und steigt bis 16,320, ja bis 21,970 Meter; das Obergebirge ist 2,511 bis 3,766 Meter, 7,533 bis 14,123 Meter mächtig, an einzelnen Stellen sogar bei 18,831 und 21,970 Meter nicht durchörtert. Das Deckgebirge ist meist ohne Wasser, auch ein Theil des Braunkohlenlagers, gewöhnlich aber liegt der natürliche Wasserspiegel über dessen Sohle. Daher liegt der Tummelbau gewöhnlich über dem natürlichen Wasserspiegel, oder auch über Stolln und Röschen, aber nur ausnahmsweise die Sohle des Lagers erreichend, so dass in der Regel 6,277 bis 9,416 Meter der Mächtigkeit gewonnen werden, selten nur 4,708 bis 6,277 Meter, noch seltener über 9,416 Meter, niemals über 12,554 Meter.

Die Schächte erhalten je nach der Mächtigkeit des Deckgebirges eine Tiefe von 15,693 bis 33,478 Meter, die meisten 16,739 bis 25,108 Meter; wo keine Stolln vorhanden, werden wegen der Wetterführung 2 Schächte, 8,369 bis 10,462 Meter von einander entfernt, abgeteuft, trotzdem zeigt sich im Sommer Wetterstockung, zumal die trockne Kohle eine Zersetzung mit eigenthümlichem Geruch und Wärmeentwickelung erleidet, wodurch schon Grubenbrände entstanden sind. Die Schachtfelder erhalten eine Ausdehnung von höchstens 84 Meter, die Strecken eine Weite von 0,942 bis 1,099 Meter, eine Höhe von 1,883 Meter; in festen Lagen erhöht man diese Dimensionen auf 1,569 und 2,511 Meter und giebt den Strecken eine Spitzbogenform. Vom Schachte aus wird eine Hauptstrecke geführt, von dieser aus Abbaustrecken (Splisse), aus denen von rückwärtsher der Abbau beginnt, indem Seitenstösse und Firste der Strecke kreis- und bogenförmig ausgehauen werden, später bearbeitet man nur die Stösse, weil schon durch die Erweiterung allein die Firstenkohle hereinbricht; hiermit wird das Obergebirge erreicht, welches nun hereinrollt und den Tummel ausfüllt.

Die Tummel erhalten durchschnittlich 6,277 Meter Durchmesser; zwischen je zwei Tummeln bleibt ein Pfeiler von 0,628 bis 1,883 Meter stehen,

[180]) v. Dechen a. a. O. S. 496.

doch darf man sich den Schächten nur höchstens auf 4,185 Meter nähern. Der nächste Tummel darf immer erst in Angriff genommen werden, wenn der vorhergehende gegangen ist. Der Verlust an Kohle wird auf 44 bis 64 Procent berechnet. Im Sommer ruht die Arbeit, weil alsdann das Formen der gewonnenen erdigen Braunkohle stattfindet.

Durch eine Verordnung des Oberbergamts zu Bonn vom 9. April 1863[181]) sollte die fortgesetzte Anwendung des Tummelbaues verboten werden, die gewährte dreijährige Frist zur Einstellung der Tummelbetriebe ist aber bei Weitem nicht inne gehalten worden und noch in neuerer Zeit bedienten sich Grubenbesitzer derselben; sonst ist im Allgemeinen jetzt die Baumethode, wie auf den Braunkohlengruben in der Provinz Sachsen, eingeführt.

b. Kuhlenbau.[182])

Der Kuhlenbau ist eine Art Tagebau auf Braunkohlenablagerungen im Brühler Revier, gewissermassen mit sehr weiten Schächten von 1,182 bis 1,576 Quadratmeter Fläche. Früher hatte man seigere Stösse im Deckgebirge, jetzt sind Böschungen von 45 Grad Neigung und ein Rand (Berme, Banket) von 0,942 Meter vorgeschrieben; der Abraum aus einer neuen Kuhle wird in die vorhergehende gestürzt. Zwischen zwei Kuhlen bleiben, wenn sie 6,277 bis 9,416 Meter im Kohlenlager niedergehen, Pfeiler von 0,942 Meter, bei tieferen Kuhlen von 1,255 Meter stehen, und man nimmt sie bei sehr druckhaftem Obergebirge sogar 1,883 Meter. In der Regel hat jede Kuhle 2 Stösse gegen das noch feste Feld. Zimmerung ist selten nöthig und besteht nur in Spreizen, da die Kuhle rasch ausgewonnen wird. Die Wände sucht man durch nieschenförmige Aushiebe zum Theil zu rauben, man haut aber nie ganz durch in die benachbarten Kuhlen; nachdem man die unteren 1,569 bis 1,883 Meter in solcher Weise gewonnen hat, wird der Raum von der Nachbarkuhle her verstürzt, um dann in gleicher Art die höheren Partien zu gewinnen. Der Verlust berechnet sich auf etwa 54 Procent.

Diese wenig rationelle Bauweise wird mehr und mehr durch regelmässigen Tagebau verdrängt[183]).

c. Duckelbau.

Der Duckelbau ist eine Gewinnung allein durch kleine Schächte, welche auf die Lagerstätte abgeteuft werden (Duckel, Reifenschächte), und von welchen man so weit wie möglich das Lager zu gewinnen sucht; hört die Möglichkeit auf, so bringt man in einiger Entfernung einen neuen Duckel nieder. Diese Methode wendet man auf unregelmässig vorkommende Lager-

[181]) Dr. Achenbach: Die Bergpolizeivorschriften des rheinischen Hauptbergdistricts. Köln 1859. S. 88.

[182]) v. Dechen a. a. O. S. 466.

[183]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 8A. S. 180.

stätten besonders an, indem man den Duckel verlässt, wenn er Bauwürdiges nicht erreicht hat; er findet sich auf Raseneisenstein, Brauneisenstein in der Eifel, Thoneisenstein in Oberschlesien, Gold in Nubien, Bleiglanz in Spanien und wird meist von ungeübten Bergleuten betrieben.

d. Abbau von Putzenwerken.

Die Putzenwerke, welche gewonnen werden sollen, sind Ablagerungen von Thoneisenstein, Brauneisenstein, Bleiglanz u. s. w. in Hohlräumen, welche indess selten von diesen Massen allein ausgefüllt sind. Man teuft einen Schacht bis in das Grundgebirge ab, um die Tiefe der Putzen zu erfahren, da die Gewinnung am besten von Unten nach Oben erfolgt. Vom Schachte aus treibt man Oerter, mit denen man Gestalt und Mächtigkeit der einzelnen Räume untersucht, die man dann abbaut und zwar pfeiler-, strossen-, firsten-artig, je nachdem es für den einzelnen Fall zweckmässig erscheint. Wenn ein Stück abgebaut ist, lässt man das Nebengestein zusammenbrechen. Dabei geht man von der Peripherie nach der Mitte, lässt aber um den Schacht herum einen Sicherheitspfeiler unberührt. Zuweilen untersucht man die Peripherie ringsherum durch Oerter, weil sich dort oft ausgefüllte Spalten finden, welche mit den Hohlräumen in Verbindung stehen.

Wenn man mit den Bauen oben angelangt ist, steht das Ganze im Bruch.

IV. Sinkwerke.[184])

Die Sinkwerke sind Auslaugevorrichtungen des salzführenden Gebirges unter Tage. Sie sind hervorgegangen aus dem ältesten Verfahren, wonach man von Tage aus eine Grube oder Cisterne in dem Salzthon ausgrub und mit Wasser füllte, welches nach erfolgter Sättigung ausgeschöpft und versotten wurde; hiermit scheint man ziemlich tief niedergegangen zu sein, wie das bei den Grubenarbeiten in oberen Sohlen getroffene Heidengebirge beweist. Die eigentlichen Sinkwerksanlagen haben begonnen im Jahre 1094 zu Hallein, 1147 zu Aussee, 1275 zu Hall, 1308 zu Hallstatt.

Im Allgemeinen kann man sich ein Sinkwerk vorstellen als einen mit Soole gefüllten unterirdischen, durch einen Damm (Wehr) geschlossenen Teich, welcher einerseits mit Vorrichtungen zum Ablassen der Soole, andrer-

[184]) Karsten: Mettallurgische Reise 1821. S. 82. — Karsten: Lehrbuch der Salinenkunde 1847. Bd. 2. S. 405. — Kopf: Beschreibung des Salzbergbaues zu Hall in Tyrol in Karsten und v. Dechen, Archiv. Bd. 15. S. 425. Auch besonders abgedruckt. — Huyssen: Der Salzbergbau und Salinenbetrieb in Oesterreich, Steiermark u. Salzburg in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 2B. S. 1. — Hailer: Der Salzbergbau zu Berchtesgaden, ebenda. Bd. 4B. S. 29. — Miller: Der süddeutsche Salzbergbau in Tunner, berg- u. hüttenm. Jahrbuch. Wien 1853. Bd. 3. S. 15. — v. Schwind: Die Verwässerung des Haselgebirges in Kraus Jahrb. f. d. Berg- u. Hüttenmann des österr. Kaiserstaates 1854. S. 3.

seits zur Zuführung süsser Wasser von Oben her versehen ist, was ein höheres Niveau über dem Sinkwerk nothwendig macht. Der Sinkwerksbetrieb ist jetzt überall mit einer regelmässigen Sohlenbildung durch Stolln (Berge) verbunden, welche in Oesterreich etwa 40 Meter seiger unter einander angelegt werden und ein starkes Ansteigen, bis $^1/_{30}$, erhalten. Man baut von Oben nach Unten ab, d. h. die oberen Sohlen zuerst, während natürlich jedes Sinkwerk für sich von Unten nach Oben vorschreitet; eben so geht man in jeder Abtheilung von Hinten nach Vorn, indem die äussersten Mittel zuerst ausgenutzt werden.

Die Stellung der Werke zu einander war früher ganz unregelmässig, später stellte man sie schachbrettartig, wobei aber die Bergfesten keinen Halt hatten, jetzt legt man sie meist unter einander an, wobei die Bergfesten zwischen zwei Werken, wenn sich die ausgelaugten (ausgesottenen) Massen (der Laist) gesetzt haben, durch neue Werke fast vollständig gewonnen werden können.

Hinsichtlich der Gestalt der Werke ist zu bemerken, dass der Natur der Sache nach schräg ansteigende Seitenwände entstehen, theils weil das Wasser während des Füllens vorzugsweise an den Wänden (Ulmen) frisst und erst später an der Decke (Himmel), theils weil sich auch nachher das Wasser nicht immer am Himmel halten lässt: je reicher das Gebirge, desto spitzer, je ärmer, desto mehr dem rechten Winkel genähert bilden sich die Ulmen; in den Salzkammergütern machen sie im Maximum einen Winkel von 40 Grad. Hierauf ist bei der Anlage der Werke Rücksicht zu nehmen, weil sich zwei benachbarte Werke oben nähern.

Die Form der Werke ist verschieden, bald rechteckig, bald elliptisch, am besten ist die Kreisform.

Auch die ersten Dimensionen sind bei der Anlage in Erwägung zu ziehen und werden bedingt durch die Festigkeit des Himmels, welcher nicht zu Bruche gehen, sondern nur ganz allmälig in Folge der Auslaugung in die Höhe wandern darf, wobei das Ausgelaugte, der Laist, herabfällt und ebenso allmälig die Sohle erhöht. Die normale Entfernung zwischen Sohle und Himmel ist ungefähr 2,197 bis 2,511 Meter, die man nach jedem Ablassen der Soole wieder herstellt, entweder durch Einebnen des Laistes oder durch Herausfördern desselben oder durch Zustürzen. Die Weite der Werke ist verschieden, z. B. in Ischl macht man sie anfänglich 33 bis 42 Meter und erweitert sie auf 63 Meter, auch legt man je zwei Werke 63 Meter von einander entfernt.

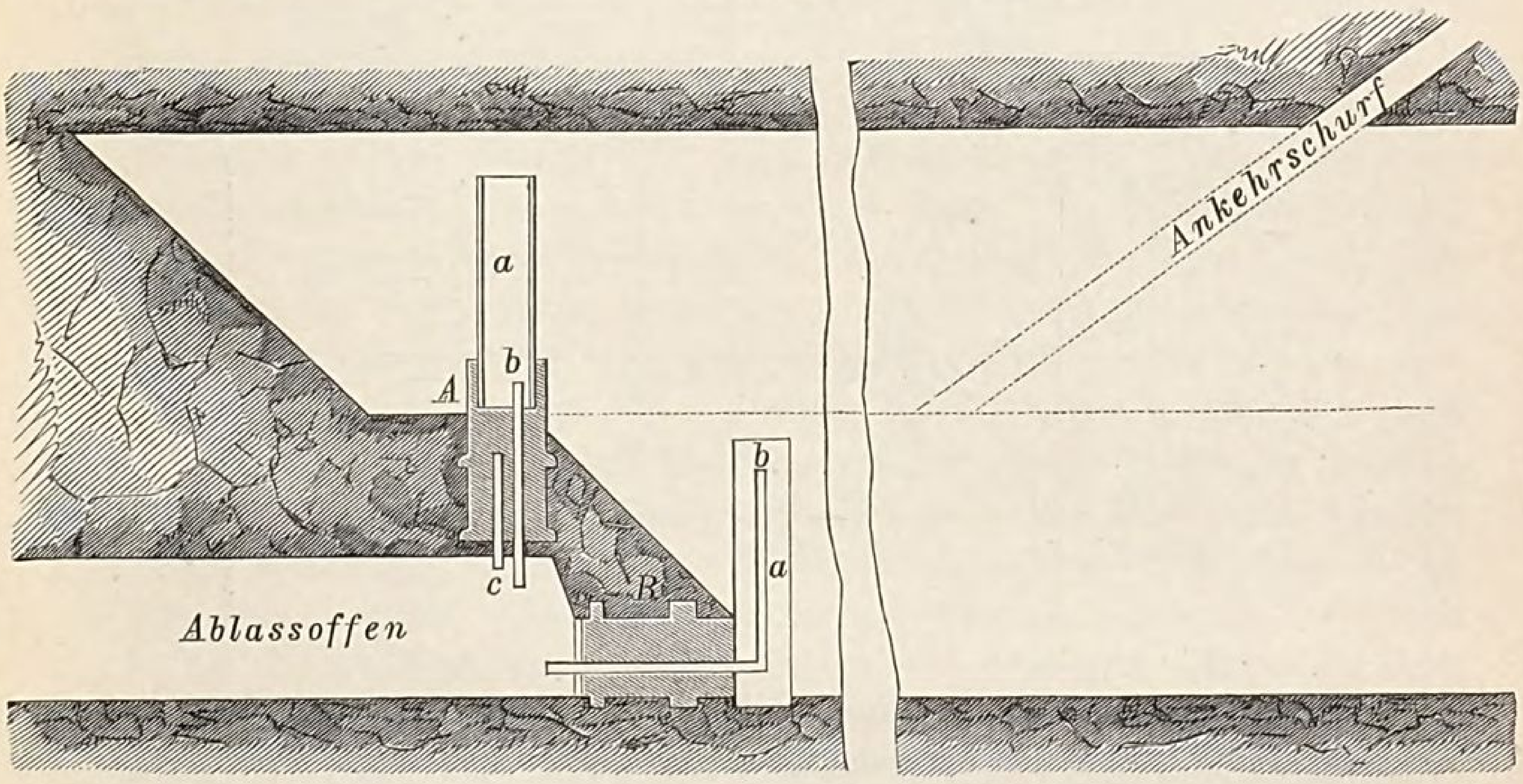
Die Vorrichtung, die Veröffnung der Werke erfolgt durch eine Strecke von der Stollnsohle aus, gegen welche man andere Strecken rechtwinkelig und parallel auffährt; die Frage, ob es zweckmässiger ist, durch sich kreuzende oder lediglich durch parallele Strecken zu veröffnen, beantwortet v. Schwind[185]) zu Gunsten der letzteren Methode. Von der ersten Veröff-

[185]) v. Schwind in österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Jahrg. 1863. S. 154.

nungsstrecke bleibt ein Stück frei zur Anlage des Dammes oder Wehres. Die süssen Wasser zur Auflösung führt man gewöhnlich aus der oberen Sohle durch einen abfallenden Betrieb (Ankehrschurf) zu und nennt das Füllen des veröffneten Werkes mit Wasser das Ankehren; die Wasser sind entweder Selbstwasser, d. h. in dem oberen Stolln aufgefangene, oder vom Tage herein geleitet und werden in beiden Fällen durch Röhrenfahrten dem Werke zugeführt. Der Ankehrschurf liegt gewöhnlich an der dem Damme entgegengesetzten Seite des Werkes, auch wohl mehr der Mitte zu. Der Zufluss der Wasser wird täglich regulirt, um stets der Auflösung zu folgen. Je nach der Construction des Wehres ist auch wohl noch ein blindes seigeres Abteufen, als Säuberungsrolle, erforderlich, um ohne Zerstörung der Verdämmung zum Werke gelangen zu können.

Die Construction der Wehre ist sehr mannigfaltig, man hat stehende oder liegende, auch, wie in Berchtesgaden, eine Verbindung beider. Ma-

Fig. 330.



terial zu den Wehren liefert der aus dem Werke ausgeschlagene Thon oder Laist, wofür man die reinsten Massen aussucht, zu Kugeln schlägt und zu dem Verdämmungsplatze transportirt, oder man nimmt auch gewöhnlichen Letten, der aber stets mit gesättigter Soole angefeuchtet wird, da erfahrungsmässig mit Wasser gemengter Letten nicht der Soole widersteht. Ausser der Verdämmung ist Zimmerung erforderlich, um das Verdämmungsmaterial zu halten. Durch den Dammverschluss werden die zum Ablassen der Soole nöthigen, mit Hahnverschluss versehenen Röhren gelegt.

Am besten ist dies Alles beim Berchtesgadener Wehr zu übersehen, Fig. 330. Dies ist ein liegendes Wehr (Ebenwehr) B für den unteren Theil des Werkes, ein stehendes (Rollwehr) A für die oberen zwei Drittel des Werkes. Die Ablassrohre bb münden in den Abseihekasten aa,

welcher zur Abklärung der Soole dient, oben bedeckt, allmälig mit dem Aufsieden des Werkes aufgezimmert, auch mit Fahrten ausgerüstet wird; an den Seiten wird er wohl mit eingebohrten Löchern versehen, übrigens aber in ganzer Schrotzimmerung hergestellt. Besondere Säuberrollen c sind an dem Rollwehr angebracht, um das Ziehen des Laists in die Höhe zu vermeiden.

Eigenthümlich ist das Dürrenberger oder Halleiner Wehr, Fig. 331 und 332, in welchen ein eben veröffnetes Werk dargestellt ist. Das Wehr

Fig. 331.

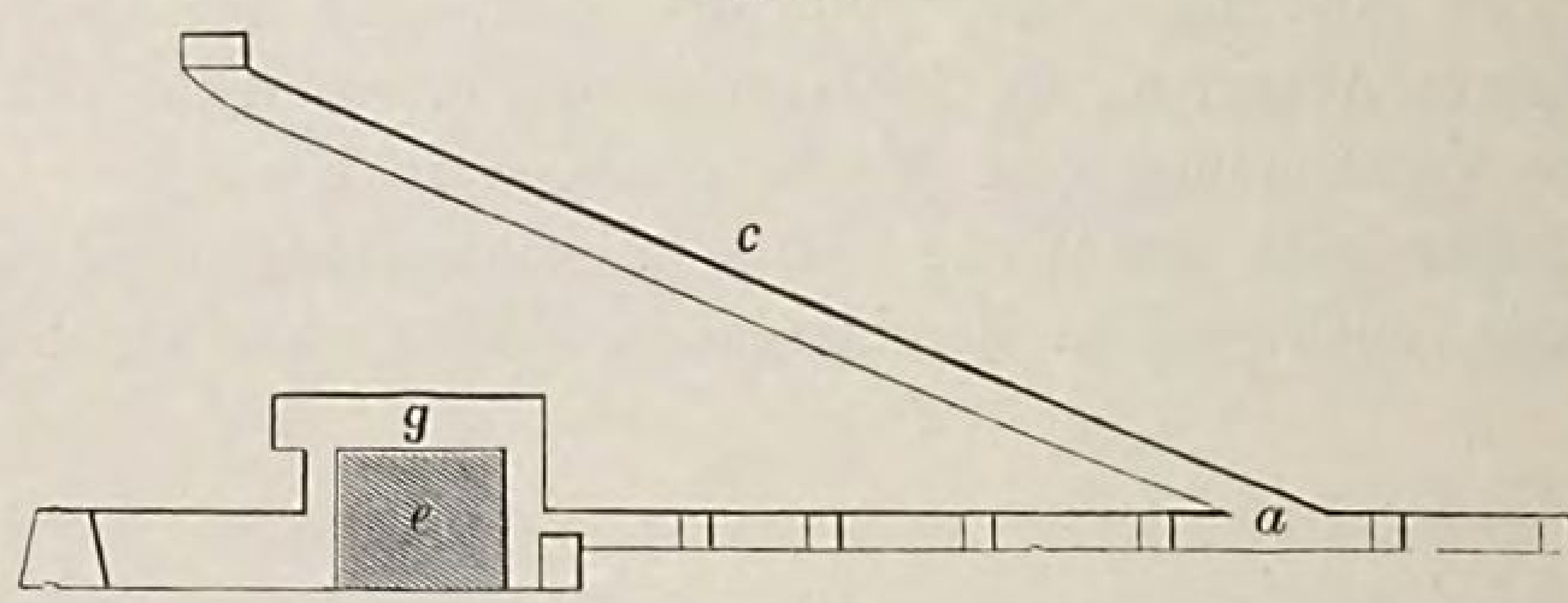
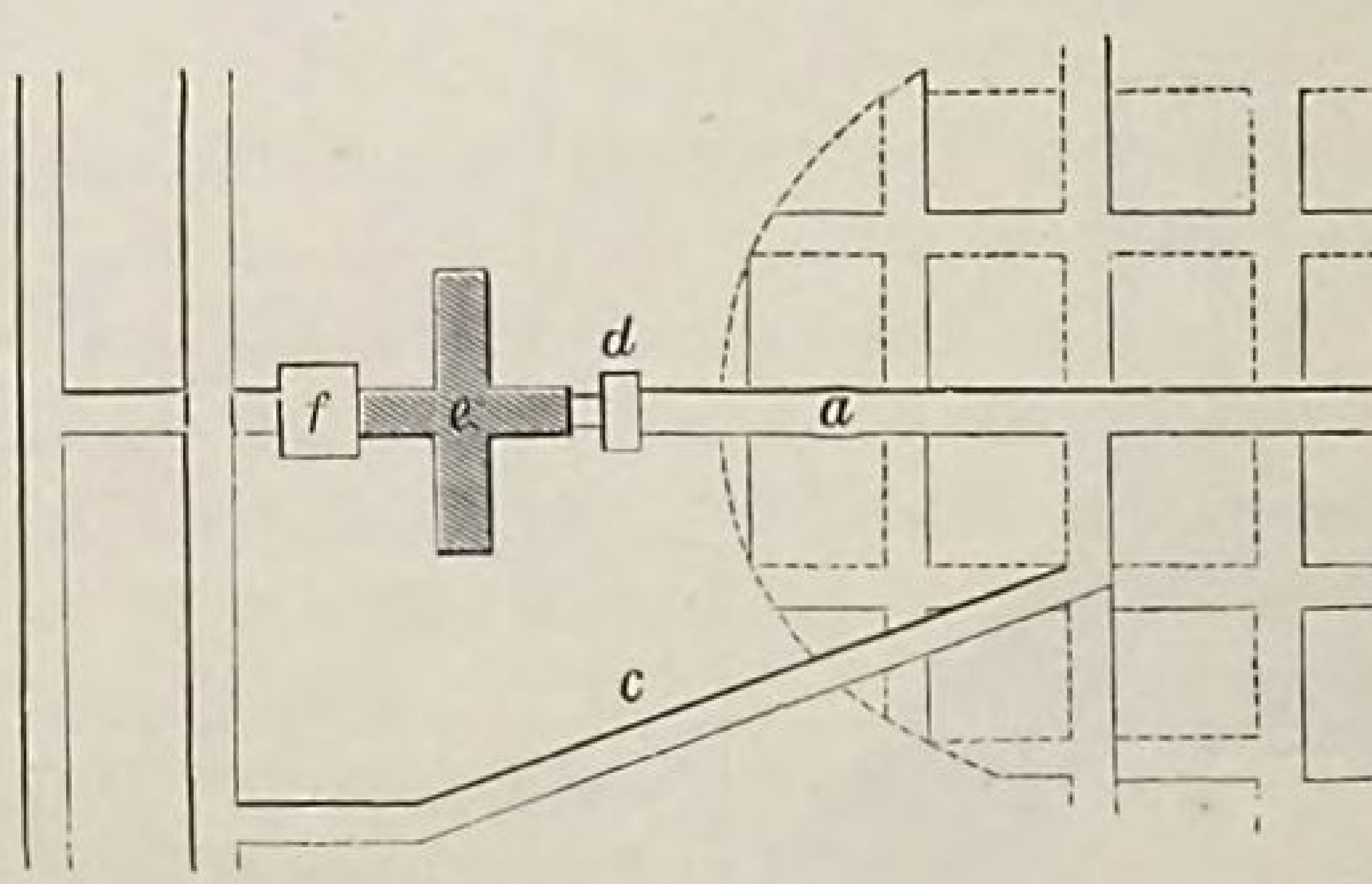


Fig. 332.



gestattet stets den Zugang zum Werke und wird allmälig mit dem Aufsieden erhöht. Von der unteren Strecke a aus ist das Werk eröffnet, aus der oberen Strecke b führt der Ankehrschurf c in das Werk, der Damm e wird stets höher, als der Werkshimmel gehalten, vom Abseihekasten f führen Ablassrohre durch den Damm, die man aber mit dem Aufsteigen des Werkes immer höher legen kann, so dass die Soole weniger verunreinigt wird; neben dem Damm ist die Säuberrolle d angebracht, zu welcher man beim Säubern im Niveau der Werkssohle durchbricht; über dem Damm bleibt ein Raum g offen, durch den man jederzeit zum Wehre gelangen kann. Dieses ist ein wesentlicher Vortheil der Wehranlage, wie sie überhaupt viele Vorzüge hat, welche, obwohl das Wehr in seiner ursprünglichen Anlage am theuersten ist, doch im weiteren Betrieb und in der Unterhaltung dasselbe am billigsten machen, so dass das Dürrenberger Wehr im Salzkammergut immer häufiger angewendet ist.

Grosse Sinkwerke mit liegenden Wehren erhalten wohl mehre Abseihe-

kasten, welche unter sich auf der Sohle des Werkes durch eine Röhre verbunden sind.

Um das plötzliche oder zu schnelle Niedergehen des Himmels zu verhindern, wodurch viel Salz verloren gehen würde, wird derselbe durch Stutzkasten, sich kreuzende, scheiterhaufenartig aufgestapelte Hölzer, unterstützt.

Kleinere Werke können mehre Male im Jahre angekehrt und abgelassen werden, bei grösseren dauert dies oft ein Jahr und darüber.

Zu Aussee hat v. Roithberg in den vierziger Jahren die sog. continuirliche Bewässerung eingeführt, welche schon am Ende des fünfzehnten und zu Anfang des sechszehnten Jahrhunderts in Berchtesgaden zur Anwendung gelangt, später aber wieder verlassen worden war[186]). Während bei der gewöhnlichen Bewässerung nach der Darstellung gesättigter Soole abgelassen und neu gefüllt wird, soll hierbei fortdauernd unten reiche Soole abgelassen und oben süsses Wasser zugeführt werden. Die Zuführung des Wassers erfolgt in der Mitte des Himmels, damit dieser eine bogenförmige Gestalt annimmt. Man hat dabei drei Betriebsabschnitte: zuerst füllt man das veröffnete Werk mit Wasser, reichert dann bis zur Sättigung an und lässt endlich unter ununterbrochenem Ablassen der Soole beständig süsses Wasser nachfliessen, so lange, bis Störungen eintreten oder die ganze Dicke aufgesotten ist. Die Methode hat den Vorzug, dass der Himmel durch seine Gewölbeform an Festigkeit gewinnt und daher weniger Massen, welche noch Salz enthalten, auf die Sohle stürzen, dass die Wasser, welche fast schon gesättigt an die Ulmen herantreten, diese weniger anfressen, das Werk also eine regelmässigere Gestalt gewinnt, was für die Anlagen der künftigen, zwischen zwei alte Werke zu legenden neuen Werke wichtig ist, dass endlich die zeitraubende und schwerköstige Säuberung fortfällt. Als Nachtheil ist zu bezeichnen, dass die Soole nicht völlig klar abfliesst, was v. Roithberg dadurch beseitigte, dass er die Soole nicht unmittelbar zur Siedung abgab, sondern zuvor zur Abklärung in ein altes Werk, Einschlagswerk, hineinleitete.

In neuerer Zeit macht man der continuirlichen Wässerung die grossen Vorzüge streitig, welche ihr durch v. Roithberg zugesprochen werden. Denn während sie der unfreiwilligen ausgedehnten Werkserweiterung vorbeugen, den Bruch des Himmels verhindern und die vollständigere Ausnutzung des Salzgehalts im Gebirge bewirken soll, werden Beispiele von den Sinkwerken im Salzberge von Aussee vorgeführt, wo fast nirgends diese Vortheile erzielt sein sollen[187]). Nur das Eustach-Herrisch-Werk

[186]) v. Schwind: Die älteste continuirliche Wässerung in österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1870. S. 265.

[187]) Aigner: Die continuirliche Wässerung u. deren Anwendung auf das Millerwerk in Aussee. Ebenda. Jahrg. 1868. S. 291. — Berg- u. hüttenm. Jahrb. der k. k. Bergakademie zu Leoben und Przibram u. der k. ungar. Bergakademie zu Schemnitz. Bd. 22. S. 18. 134.

wird als solches angeführt, in welchem es gelungen ist die Ulmen mit nur 10 Grad Neigung gegen das Loth aufzusieden und den Salzgehalt des Gebirges nahe vollständig auszulaugen; bei anderen Werken soll entweder das Eine oder das Andere sehr unvollständig erreicht worden, bei anderen sogar der Himmel zu Bruche gegangen sein. Bei dem Millerwerk, welches vom Jahre 1841 bis 1864 in früherer, gewöhnlicher Weise, von da bis 1868 mit continuirlicher Wässerung bearbeitet wurde, hat man stets eine vollständige Sättigung der Soole und regelmässiges und gleichmässiges Aufätzen des Werkshimmels beobachtet, und dennoch fanden sich die grössten Unregelmässigkeiten in der Auslaugung der Ulmen, so dass man sich durch die günstig scheinenden Beobachtungen einer Täuschung hingab und dadurch Gefahr lief, Werkverschneidungen d. h. Uebergriffe in andere Werke zu erfahren. Es wird daraus der Schluss gezogen, dass man auch durch dieses Verfahren die Aufsiedung der Werke nicht in der Gewalt habe und von den unbestimmten Lösungsverhältnissen des Gebirges abhängig sei; weshalb angerathen wird, kleinere Werksräume zu bilden und den Vorschlag von Schwind zu acceptiren, wonach die ganze Werkshöhe in zwei Etagen ausgelaugt werden soll, durch ein Oberwerk und ein Unterwerk[188]). Durch die gewöhnliche Werkswässerung — und nach dem Vorstehenden scheint auch durch die continuirliche Wässerung nicht wesentliche Besserung eingetreten zu sein — ist es unmöglich, die horizontale Wirkung des Wassers auf das Ausgreifen der Ulmen zu verhindern oder auch nur zu beschränken; diese Wirkung auf die Ulmen nimmt zu mit der Höhe des Werkes, die Ausladung der Ulmen wächst in grösserem Verhältniss als das senkrechte Aufsteigen des Werks, also die Werkswässerung wird um so nachtheiliger, je grösser die Versudhöhe, während andrerseits der Gewinn aus den Kosten einer Werksanlage unmittelbar von der Höhe abhängig ist, indem man scheinbar ohne neue Kosten bei grösserer Höhe mehr Salz auslaugt. Dagegen sind bei grösserer Höhe viele Dämme zum Schutze gegen das Ausgreifen erforderlich, es treten Werksbrüche ein und eine Folge davon ist eine vorzeitige Ausdehnung des ganzen Salzberges, so dass die scheinbar ersparten Kosten vielfach wieder aufgewogen werden müssen. Wenn ein Werk zu Bruche geht, so ist man nicht mehr in der Lage, in dem gebrochenen Theile eine neue Wässerung zu etabliren; hieraus kommt aber v. Schwind zu dem Schluss, dass man überhaupt erst den oberen Theil auslaugt und dann erst den unteren. Hierdurch wird es allerdings nöthig, für dieselbe Höhe zwei Werksanlagen zu machen: da man aber die Oeffen jetzt weiter auseinanderlegt und die Queröffen ganz erspart, so fallen diese Anlagekosten nicht mehr so stark ins Gewicht, und da die Auslaugung durch die Ober- und Unterwerke so vollständig geschieht, dass 2 Paar derartige Ober- und Unterwerke so viel Salz liefern, wie drei nach gewöhnlicher Methode angelegte hohe Werke, so sind die Anlagekosten nicht

[188]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1868. S. 129.

doppelt so hoch, wie sonst, sondern nur um ein Drittel höher; sollte die obere Etage wirklich zu Bruche gehen, so bleibt immer noch die untere unversehrt der Auslaugung zu Gebote. von Schwind hat diesem Gegenstande weitere Aufmerksamkeit zugewendet und kommt zu dem Resultate[189]), dass die Etagenhöhen geringer gefasst und noch durch Mittelsohlen getheilt werden müssen, damit den Werken eine dem ursprünglichen Werkshimmel und der nach der Versiedung zu erlangenden Ausdehnung des Werkshimmels entsprechende niedrige Höhe gegeben werden kann.

Zur richtigen Beurtheilung der Vorgänge bei der Thätigkeit des Wassers innerhalb der Sinkwerke und des Zeitmasses für die bewirkte Sättigung des Wassers stellt v. Schwind mannigfache Betrachtungen an, deren Analyse hier zu weit führen würde, weshalb auf die unten angegebenen Quellen[190]) verwiesen wird. Als besonders wichtig soll hervorgehoben werden, dass nach v. Schwind's Feststellungen das Wasser eine um so grössere Zeit zur weiteren Anreicherung bedarf, je reicher es an Salz wird, so dass in der Hälfte der ganzen Auslaugezeit die Anreicherung bis 15 pCt. erfolgt, während die letzten 3 Procent eine gleiche Zeit, das letzte Procent sogar ein Drittel der Gesammtzeit erfordere. Aus dieser Beobachtung schliesst Aigner, dass die Werke mit continuirlicher Verwässerung sich fortdauernd in dieser — trägen, wie er sie nennt — Periode befinden, in welcher statt Auflösung nur Aufweichung der Ulmen stattfindet, welche zum Verbrechen der Ulmen und zur Bildung von reichem Laist führt, was Aigner der continuirlichen Verwässerung zum Vorwurfe anrechnet. Um daher die schnellere Ausnutzung der Werksanlage zu bewirken, erscheint es besser, die Anreicherung bis etwa 15 und 16 Procent Salzgehalt nur in ärmeren Werken, die letzte Sättigung aber in tieferen, reicheren Werken zu bewirken.

Aigner, welcher der Salzverwässerung grosse Beachtung schenkt, macht darauf aufmerksam, dass in Bezug auf das Quantum des zuzuführenden Aetzwassers Rücksicht zu nehmen ist auf die Contraction, welche beim Auflösen des Salzes durch Wasser in dem Volumen der Masse stattfindet[191]). Diese Verdichtung setzt sich zusammen aus der Contraction, welche entsteht, wenn aus Chlornatrium und Wasser Soole von höchstem Gehalte gebildet wird, aus der Contraction, welche bei Lösung einiger accessorischen Salze stattfindet (während bei einigen anderen accessorischen

[189]) v. Schwind: eine neue Bauregel für die Salzberge in v. Hauer berg- u. hüttenm. Jahrb. für die österr.-ungar. Bergakademien. Bd. 24. S. 299.

[190]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1870. S. 84. 141. 193. 241. 281. — Fr. Ritter v. Schwind: Der Abbau unreiner Salzlagerstätten in Oesterreich. Prag. —

[191]) v. Hauer berg- u. hüttenm. Jahrbuch der österr.-ungar. Bergakademien. Wien. Bd. 27. S. 143; Bd. 28. S. 18; Bd. 29. S. 1. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1881. S. 349.

Salzen Volumenvermehrung eintritt, welche also angerechnet werden muss), ferner aus der Verdichtung durch die Vermischung der entstandenen Soole mit Wasser, ebenso der Lösung aus den accessorischen Salzen mit Wasser; dazu gesellt sich die Einwirkung der atmosphärischen Luft im Salzthon, welche durch ihr Entweichen ein Mehrerforderniss an Aetzwasser bedingt. Diese Faktoren sind nur in Bezug auf die Lösung des Steinsalzes bestimmt, im Uebrigen veränderlich und können nur durch grosse Versuchsreihen ermittelt werden, was von Aigner geschehen ist, wodurch er Coefficientenreihen festgestellt hat, welche es gestatten, die Extreme der zu reichlichen oder zu geringen Zuführung von Aetzwasser zu vermeiden und eine regelmässige Aufsiedung der Werke zu erreichen.

In neuester Zeit hat man angefangen, Versuche anzustellen, welche den Sinkwerksbetrieb entbehrlich machen sollen, da durch denselben nur eine höchst unvollkommene Aussoolung des Salzgebirges stattfindet; um diese zu erreichen, hat man begonnen, das Haselgebirge bergmännisch, theils durch Zuhilfenahme des Wassers zum Schlitzen und Kerben, zu gewinnen und die Masse künstlich auszulaugen[192]), was durch v. Schwind wiederholt vorgeschlagen wird, und auch durch von Balzberg eifrig verfolgt wird, welcher sich bemüht auf dem Versuchswege die Zeit festzustellen, welche Salz und Salzgemenge bedürfen, um in Wasser und in Soole von verschiedenen Sättigungsgraden sich aufzulösen[193]).

B. Tagebau.

Der Tagebau tritt in zwei sehr von einander verschiedenen Formen auf.

1. Der flache oder eigentliche Tagebau bezieht sich stets auf Massen, die söhlig oder fast söhlig, unmittelbar oder doch nahe zu Tage oder unter nicht zu mächtigen Bedeckungen liegen, niemals darf die Neigung sehr bedeutend sein.

Im Allgemeinen kommt er vor:

a. bei fast zu Tage liegenden Massen, wo unterirdischer Bau an und für sich unmöglich ist, wie bei Torf, Raseneisenstein, den meisten Seifen auf Gold, Platin, Zinn, Edelsteine, auch unter besonderen Verhältnissen bei Steinkohlen und Braunkohlen, es sind dies die Gräbereien und Seifenwerke;

b. bei bedeckten Lagerstätten solcher Art, bei denen aber der ökonomische Gesichtspunkt massgebend bleibt, ob unterirdische Gewinnung oder

[192]) v. Schwind: Werkwässerung od. künstl. Auslaugung in österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Jahrg. 1868. S. 25. — Aigner: Trockenabbau im Haselgebirge. Ebenda. S. 97.

[193]) v. Hauer berg- u. hüttenm. Jahrb. der österr.-ungar. Bergakademien. Wien. Bd. 27. S. 200.

Aufdeckarbeit besser sei; es kommt dabei in Betracht die Mächtigkeit des Deckgebirges verglichen mit der der Lagerstätte, die Festigkeit und daraus hervorgehende Standfähigkeit des Gebirges, die Abraumskosten, der Werth der Substanz der Lagerstätte. An und für sich hat jede solche Aufdeckarbeit, welche allerdings ein nicht zu steiles Fallen der Lagerstätte voraussetzt, vor unterirdischem Bau den Vorzug einer sehr reinen Gewinnung, ferner eines sehr geringen oder gar keines Gebrauchs von Unterstützungsmaterial, was sehr in's Gewicht fällt, wenn das Deckgebirge aus losen Massen besteht, wie bei Braunkohlen in manchen Gegenden; weiter werden die Gewinnungskosten vermindert, weil man grosse Flächen gleichzeitig angreifen kann, endlich ist die Aufsicht erleichtert. Diesen Vorzügen gegenüber stehen die Nachtheile, dass man ausserordentlich grosse Massen tauben Materials bewegen muss, wodurch vornämlich die Anwendbarkeit eingeschränkt wird, und dass durch die Witterung und den Wechsel der Jahreszeiten die Arbeit häufig unterbrochen wird.

2. Ganz verschieden ist die zweite Form, der tiefere Tagebau, der gewöhnlich am Ausgehenden stockförmiger, steil in die Tiefe setzender Massen geführt wird oder in Gesteinsmassen. Derselbe gestaltet sich verschieden nach der Configuration der Oberfläche; ist diese verhältnissmässig flach, so entsteht der Pingenbau, steigt sie hoch und prall an, so wird ein vollständiger Steinbruchbetrieb daraus. Ueberhaupt finden sich Uebergänge in die Steinbrüche, da auch diese, z. B. auf Dachschiefer, oft sehr tief unter die Oberfläche niedergehen.

Für Gräbereien und Aufdeckarbeit, nicht minder für Pingenbau lassen sich allgemeine Regeln kaum geben, nur höchstens einige Gesichtspunkte aufstellen. Dahin gehört bei den Gräbereien und der Aufdeckarbeit zunächst, dass man sich genaue Kenntniss von der Verbreitung des Fossils und der Mächtigkeit und Beschaffenheit des Deckgebirges verschafft, wozu man sich meist eines ganz einfachen Erdbohrers bedienen kann. Alsdann folgt bei bedeutenderen Anlagen ein genaues Studium der Oberflächenverhältnisse in Bezug auf Thäler und Einschnitte, womit man verschiedene Zwecke verfolgt.

1. Wenn die Massen ganz oder theilweise unter dem natürlichen Wasserspiegel liegen, hat man die Entwässerung, sei es durch Gräben, sei es durch Stolln oder Röschen, einzuleiten; geht dies nach der Oberflächengestaltung nicht, und hat das Mineral Werth genug, so tritt künstliche Wasserhaltung am besten durch besondere Schächte und von diesen aus getriebene Röschen ein, wofür man die Stelle des Schachts sorgfältig auswählen muss.

2. Man hat den tiefsten Punkt der Lagerstätte aufzusuchen, weil man der Natur der Sache nach gern an diesem mit dem Bau beginnt, indem dadurch die Förderung und Wasserhaltung erleichtert wird; bei ganz söhliger Lagerung fällt natürlich dieser Grund fort.

3. Für die erste Entblössung hat man, namentlich wenn die Decke

von einiger Mächtigkeit ist, einen guten Haldensturz aufzusuchen, um Kosten des Transports zu vermeiden: später füllt man den Abraum in den ausgewonnenen Theil der Lagerstätte.

Während des Betriebes hat man dann auf jede Weise für billigen Transport des Abraums Sorge zu tragen durch Abkürzen der Wegelängen, durch Schienenwege u. s. w., namentlich hat man auch für ein richtiges Verhältniss des Abraums zum Abbau, so wie dafür zu sorgen, dass jener diesem nicht zu nahe rückt. Die Abraumarbeiten treibt man häufig nur im Frühjahr und Herbst, weil im Sommer die Hitze die Arbeiter erschlafft, im Winter aber die kurzen Tage, sowie bei lockeren Massen der Frost hinderlich werden.

I. Gräbereien.

Die Gräbereien haben selten mit bedeutendem Abraum zu thun und sind daher in dieser Beziehung wenig genirt; sie finden sich vorzugsweise bei der Gewinnung von Raseneisenstein und Torf.

a. Gewinnung von Raseneisenstein.

Hierbei entsteht die Frage, ob eine Wierdererzeugung stattfinden kann, dann ob sie stattfinden soll oder nicht vielmehr mit der Wegnahme des Eisensteins eine Verbesserung des Bodens bezweckt wird. Die Wiedererzeugung kann nur unter Wasser stattfinden, will man sie daher eintreten lassen, so entwässert man gar nicht und holt den Eisenstein unter Wasser heraus, oder man entwässert und staut später das Wasser wieder auf, um das Feld unter Wasser zu setzen. Die Wiedererzeugung geht übrigens sehr langsam und dauert stellenweise 40 bis 50 Jahre; hiernach muss man sich richten, um einen vollständigen Wirthschaftsturnus einzuführen. Im Uebrigen bietet die Gewinnung nichts Eigenthümliches dar.

b. Gewinnung von Torf.

Bei Torf, der über dem Wasserspiegel liegt oder entwässert werden kann, ist die Gewinnung einfach und erfolgt durch Stechen mit einer besonders geformten Schippe. Bei dem Entwässern ist Vorsicht nöthig, damit nicht mehr Fläche abgetrocknet wird, als in der guten Jahreszeit gestochen werden kann, weil gefrorner Torf ganz mürbe und bröckelig wird, auch sich nicht mehr gut verformen lässt.

Die Gewinnung erfolgt durch Grabenpflüge, welche durch eine stehende Dampfmaschine hin- und hergezogen werden, nach der Methode von Exter auf dem Haspelmoor in Baiern[194]). Wenn die Wasserableitung nicht möglich ist, oder wenn der Torf sich wieder erzeugen soll, was nur unter

[194]) Cotta in berg- u. hüttenm. Zeitg. v. Bornemann u. Kerl. Freiberg 1859. S. 7.

Wasser geschehen kann, so fischt man den Torf durch sackartige Vorrichtungen und formt ihn; am besten theilt man dann das ganze Abbaufeld in Abtheilungen, die nach einem gewissen Turnus ausgewonnen werden. Uebrigens verbessert sich der Boden häufig durch das Entfernen des Torfes und die damit verbundene Entwässerung.

Der Gewinnung des Torfes geht das Abdecken des Lagers voraus demnächst erfolgt ein Abstechen des Torfs in strossenartiger Weise, wobei man je nach der Mächtigkeit sehr verschieden verfährt[195]). Der gewonnene Torf wird entweder unmittelbar der Lufttrocknung unterworfen oder zuvor noch aufbereitet und geformt und dann erst getrocknet, wofür man in den verschiedenen Gegenden sehr mannigfaches Verfahren hat[196]).

II. Seifenwerke.

Je mächtiger das Deckgebirge ist, geht die Gewinnung von Seifen aus Gräbereien in Aufdeckarbeit über.

Beim Betriebe sucht man stets die vorhandenen Wasser zu fassen und an Ort und Stelle zum Abspülen und Waschen der gewonnenen Massen zu benutzen; oder man staut die Wasser auf, führt in die zu gewinnende Masse Gräben und lässt das Unhaltige abschlämmen.

Bei der Gewinnung der Goldseifen in Californien lässt man die Wasser unter starkem Druck die Seifen unterspülen, so dass das Unhaltige fortgeführt wird[197]). (Vergl. oben S. 334.)

Eine ausgedehnte Gewinnung liefern die Zinnseifen (stream works) in Cornwall bei St. Austle in einem Thale, welches sich bei dem Hafen Pentowan am Meeresgestade öffnet[198]). Auf der Thalsohle liegen Alluvionen von Sand und Thon, welche auf Killas ruhen; die unteren Lagen enthalten theils reine Geschiebe von Zinnstein, theils Geschiebe mit eingesprengtem Zinnstein. Ein solches Seifenwerk hat eine Gesammthöhe von 9,416 bis

[195]) Die Stichtorfgewinnung in Ostfriesland in „Der Berggeist". Köln 1860. S. 558.

[196]) Ruttner v. Grünberg: Gewinnung und Aufbereitung des Torfes in berg- u. hüttenm. Jahrb. der k. k. Bergakademien Schemnitz u. Leoben u. der k. k. Montanlehranstalt Przibram. Wien 1862. Bd. 11. S. 19. — Dr. Vogel: Der Torf, seine Natur u. Bedeutung, Braunschweig 1859. — Derselbe: Practische Anleitung zur Werthbestimmung von Torfgründen und Torfwerkanlagen. München 1861. — Freih. v. Lamezan über die Torfausbeutung nach dem vom Grafen v. Diesbach erfundenen Systeme in Dingler polyt. Journal. Bd. 202. S. 403; auch in österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1871. S. 405.

[197]) Hydraulische Abbau der Goldseifen in Californien in berg- u. hüttenm. Zeitg. v. Bornemann u. Kerl. Freiberg 1860. S. 120.

[198]) Dufresnoy u. E. de Beaumont: Ueber das Vorkommen der Zinn- u. Kupfererze u. deren Behandlung in Grossbritannien in Karsten Archiv. 1826. Bd. 13. S. 103.

12,554 Meter, die untere zinnführende Sandschicht ist 1,255 bis 1,569 Meter mächtig, während die obere Masse ganz leer ist. Der Wasserlauf ist an eine Seite des Thales verlegt und eingedeicht; die abzubauende Seife wird an drei Seiten in Strossen von 471 bis 628 Millimeter Höhe getheilt, die vierte Seite bildet die Böschung des Abraums. In der Mitte des Abraums ist ein Schacht, unter dem sich die an den Seiten herabfallenden Wasser sammeln, nachdem sie zum Waschen verwendet sind; zum Sammeln der Wasser dient ein ausgemauerter Kanal, welcher nachgeführt wird; im Schachte stehen Pumpen, welche durch ein Wasserrad am Wasserlaufe betrieben werden. Der Abraum wird von Vorn nach Hinten geschafft, mittelst Karren, welche auf Bretterunterlagen gelaufen werden. Auf den Strossen sind Rinnen ausgehauen zum Sammeln der Wasser, die auf eine Art Schlämmherd am Grund der Gewinnung fallen, auf dem der Zinnsteinsand gewaschen wird; nach dem Gebrauch zum Waschen passiren die Wasser Klärbassins, bevor sie in den gemauerten Röhrenkanal gelangen.

III. Aufdeckarbeit.

Die Aufdeckarbeit kommt bei verschiedenen Mineralien an vielen Orten vor z. B. auf schwachen Steinkohlenflötzen, begleitet von feuerfestem Schieferthon, Sphärosideritnieren in den dazwischen liegenden Sandsteinen, oft auch von Kalk bei Tredegar und Merthyr-Tydwill in Südwales; früher auf mächtigen Steinkohlenflötzen zu Decazeville (Aveyron) und noch jetzt an manchen Stellen in Frankreich; früher auf Steinkohlenflötzen in Oberschlesien in der Nähe von Kattowitz, so wie jetzt noch zu Dombrowa in Russisch-Polen; ferner auf Braunkohlenflötzen in der Provinz Sachsen und in der Rheinprovinz, in letzterer an Stelle des mehr und mehr verschwindenden Kuhlenbaues, ferner auf den mächtigen Braunkohlenablagerungen (Lignit) von Köflach in Steiermark, sowie im nordwestlichen Böhmen bei Dux[198a]); am Bleiberge bei Commern; auf Galmei früher auf der Grube Scharley in Oberschlesien; auf Zinkerz mit Zinnober im District von Santander; auf Mühlsteine unter 3 bis 4 Meter (auch 12 bis 18 Meter) mächtigen Decken von Sand und Thon, die aber keine aushaltenden Bänke bilden, sondern erst aufgesucht werden müssen; die Trassbrüche in Brohlthale sollen in der Regel als Tagebaue betrieben werden nach dem bergpolizeilichen Reglement des Oberbergamts zu Bonn vom 6. Juli 1825[199]).

Ausser den oben für die Aufdeckerarbeit angegebenen Regeln ist im Allgemeinen zu beachten, dass mächtiger Abraum und mächtige Substanz strossenförmig gewonnen werden mit zurückspringenden Bankets (Bermen),

[198a]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1883. S. 406.

[199]) Dr. Achenbach: Die Bergpolizeivorschriften u. s. w. S. 135.

auf welchen die Förderung erfolgt; die Böschungswinkel müssen der Standfähigkeit der Masse entsprechend gewählt werden.

Für den Bleiberg bei Commern (Concession Meinerzhagen und Günnersdorf) ist in dieser letzteren Beziehung eine Polizeivorschrift erlassen[200]). Im losen Gebirge darf der Böschungswinkel nicht grösser als 40 Grad sein, die Berme wird 4,185 Meter breit bei hohen Strossen, gleich der halben Seigerhöhe bei niedrigen Strossen; in festem Gestein dürfen die Stösse niemals überhängen, die seigere Stellung ist im Wackendeckel (Conglomerat der Buntsandsteinformation) gestattet, für anderes Gestein nimmt man die Böschung je nach dessen Beschaffenheit, aber nie über 75 Grad, die Seigerhöhe des Stosses nicht mehr als 6,277 Meter, die Breite der Berme mindestens 2 Meter. Im Knottenerzlager darf der Stoss nie überhängen, die Seigerhöhe nicht über 12,554 Meter, die Breite der Berme nicht unter 6,277 Meter betragen. Die Förderung, welche früher auf häufig zu verlegenden geneigten Ebenen stattfand und für welche seigere Schächte für jede Strosse seitwärts des Tagebaues projectirt waren, erfolgt jetzt auf Schienenwegen vor den einzelnen Strossen um die Nord- und Südseite des Tagebaues nach der Ostseite, wo der Abraum in das abgebaute Feld gestürzt wird.

Für die Braunkohlengewinnung in der Provinz Sachsen[201]) ist vom Oberbergamt zu Halle unterm 5. Juli 1862 eine Polizeiverordnung erlassen[202]). Hiernach dürfen die Abraumstrossen nicht höher als 3,193 Meter und nicht breiter als 3,139 Meter genommen werden; die Kohle darf nur bis 6,277 Meter Mächtigkeit in einem Stoss genommen werden, bei grösserer Mächtigkeit erfolgt Theilung in Strossen unter 6,277 Meter Höhe, die Breite derselben bestimmt sich wie beim Abraum; bei dauernder Einstellung der Abraumsarbeit sind die Abraumstrossen unter einem Winkel von 45 Grad für thonige Massen, von 60 Grad für sandiges Gebirge zurückzulegen.

Die Lösung erfolgt durch Stolln oder durch einen Schacht nebst Querstrecken, diese, beziehungsweise die Stollnstrecke werden in dem Tagebau nachgeführt, gemauert und mit Abraum überstürzt; bei geneigter Lage oder grosser Mächtigkeit hat man wohl mehrere Sohlen untereinander. Ist die Lagerstätte erreicht, so treibt man Flügelörter und setzt diese durch Aufhauen mit dem Tagebau in Verbindung. Wichtig für den Verlauf der Gewinnung ist die Wahl des Einschnitts, in welchem der Abraum beginnt, eben so die des Schachtpunktes, damit man dadurch nicht gehindert wird, man legt den Schacht deshalb nicht gern innerhalb des aus-

[200]) Zeitschrift f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 8A. S. 180. Siehe auch ebenda Bd. 14B. S. 172. Diesterweg: Beschreibung der Bleierzlagerstätten des Bergbaues und der Aufbereitung am Bleiberge bei Commern.

[201]) Ottiliä a. a. O. in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 8B. S. 122.

[202]) Dieselbe Zeitschrift Bd. 10A. S. 226.

zugewinnenden Baufeldes. Für die Böschungen dient die Erfahrung, dass zäher, nicht zerklüfteter Thon bei 80 Grad, zerklüfteter lockerer Thon bei 40 bis 70 Grad, rolliger Sand und Kies bei 40 bis 60 Grad steht. Von dem entblössten Kohlenpfeiler bleibt eine Strosse (Berme) von 2 bis 3 Meter stehen, die man gern mit einem Theil des Deckgebirges bedeckt lässt zum Schutze gegen nachtheilige Witterungseinflüsse. Die Kohlenstrossen nimmt man gern nur 4 bis 5 Meter breit, weil die Gewinnung dadurch erleichtert wird; hat man mehre Strossen in Arbeit, so giebt man jeder Berme. Wenn es möglich ist, richtet man sich so ein, dass die Abfuhrwagen der Kohlenabnehmer unmittelbar vor die Strosse fahren, so dass gar keine Zwischenförderung stattzufinden braucht. Der erste Abraum bildet besondere Halden, später wird strossenweise über Brücken rückwärts gelaufen, wobei man bei grossen Förderlängen dieselbe in Stationen eintheilt. Bei Abraumarbeiten wendet man auch bequeme Kippwagen[203]) an, um das Ausladen zu erleichtern und zu beschleunigen. Können die Kohlen nicht direct in die Abfuhrwagen verladen werden, so bringt man sie in Karren von 1 Hektoliter Inhalt auf flach geneigten Bahnen aufwärts, später, namentlich bei grösseren Anlagen, auf horizontalen Bahnen auf den Strossen zu einem Hauptförderungspunkt, der entweder flach oder seiger angelegt ist; gewinnt man gleichzeitig auf mehreren Strossen, so bringt man die Kohle durch Rolllöcher auf die unterste Fördersohle.

Auf dem steiermärkischen Erzberg[204]) wird nur während der guten Jahreszeiten der Tagebau betrieben, im Winter arbeiten die Mannschaften unterirdisch, doch ist der Tagebau, der übrigens auch als Pingenbau angesehen werden kann, vorherrschend.

Da der Abraum der kostspieligste Theil der Arbeit in den Tagebauen ist, wird von Baldauf vorgeschlagen, die in England zur Herstellung von Einschnitten bei Eisenbahnbauten und anderen Erdarbeiten angewendete Maschinenarbeit einzuführen. Der Dampferdarbeiter ist genau, wie eine Dampfbaggermaschine mit beweglichem Krahn construirt und soll auf den Hartmannschächten bei Dux zur Einführung gelangen[204a]).

IV. Pingenbau.

Im Kleinen findet sich der Pingenbau auf Bohnerzen in Frankreich und anderwärts; in grossem Massstabe kommt er in Schweden auf Kupfererzen und Magneteisenstein vor[205]), in Steiermark, Norwegen, auf der Insel

[203]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 11 A. S. 261.

[204]) Tunner: Der steiermärkische Erzberg in dessen berg- u. hüttenm. Jahrb. Wien 1851. Bd. 1. S. 91.

[204a]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1883. S. 351.

[205]) Hausmann: Reise durch Skandinavien. Bd. 4. S. 70. 286. 363; Bd. 5. S. 96. 365.

Elba auf Eisenerzen, auf Dachschiefer und Marmor in England, in Belgien, in den Niederlanden. Der Pingenbau geht häufig in eigentlichen Steinbruchsbetrieb über und erfolgt, wie dieser, in Strossen. In tiefen Pingen in Schweden hat man oft besondere Bergfesten (Bänder) stehen lassen, um die Stösse abzusteifen, doch sind sie sehr gefährlich, weil ihnen die Unterstützung fehlt. In Belgien hat man 100 Meter tiefe Brüche mit steilen 3 Meter hohen Strossen. Die Förderung geschieht durch Göpel, die auf Gerüsten stehen, so dass die Seilscheiben über den Pingenrand hervorragen. Die Wasserhaltung wird durch herangeführte Stolln oder durch Kunstgezeuge geführt.

FÜNFTER ABSCHNITT.

Grubenausbau. [1])

Im weitesten Sinne hat der Grubenausbau den Zweck, Druck abzuhalten, welcher sich äussern kann als Gebirgsdruck oder als Wasserdruck. Der Gebirgsdruck entsteht als Aeusserung der Schwere, wirkt dann also zunächst von Oben nach Unten, hat aber auch abgeleitet je nach der Beschaffenheit der Massen, z. B. der Schichtung, Seiten- und Sohlendruck zur Folge. Dem Drucke entgegen wirkt die Cohäsion der Massen, wogegen Zerklüftung, ebenso wie Verwitterung ihn vermehrt, weil sie den Zusammenhang aufheben. Ferner entwickelt sich der Gebirgsdruck durch Aufnahme von Wasser und Vermehrung des Volumens, was nur bei thonigen Massen vorkommt, wo sich dann häufig der Druck von Unten nach Oben äussert und oft überwältigend stark ist; Aehnliches veranlasst die Verwitterung, doch in kleinerem Massstabe. Der Wasserdruck macht sich bemerkbar beim Zurückdämmen der aus zerklüftetem Gebirge zusitzenden Wasser; zu ihm gesellt sich Gebirgsdruck, wenn die Massen nicht standhaft sind. Dies erreicht den höchsten Grad in schwimmenden Massen (fluides imparfaits), wogegen trockne lockere Massen nur das Bestreben haben, sich natürlich abzuböschen.

Hiernach betrachtet der Grubenausbau im Allgemeinen die Mittel, das Zusammenstürzen der Räume zu verhüten. Hieran schliesst sich naturgemäss die Behandlung der Abtreibearbeiten, überhaupt das Durchfahren lockerer Massen, wobei die Unterstützung Hauptsache ist; auch sind hier des ganzen Materials wegen die wasserdichten Auskleidungen, sowie die Verdämmungen anzureihen.

Gegen das Zusammenbrechen der Räume kann man sich schützen:

1. durch geringe Dimensionen und angemessene Gestalt der Baue, wobei die natürliche Spannung des Gesteins, die Cohäsion der

[1]) Ržiha: Lehrbuch der gesammten Tunnelbaukunst, Berlin 1867. — Michael Köngyes-Tóth: über Tunnelbau. Wien 1875. — Jičinsky: Katechismus der Grubenerhaltung für Grubensteiger u. Grubenaufsichtsorgane. Mährisch-Ostrau 1876.

Theile den Wirkungen der Schwere, welche der Druck zunächst erzeugt, entgegenstrebt; man fährt deshalb die Strecken nur schmal auf, man greift das Dach nicht an, um den Zusammenhang der Schichten nicht aufzuheben, man führt die Firste im Gestein, sowie in mächtigen Lagerstätten bogenförmig zu, man teuft die Schächte rund ab, welche dann bei geringem Durchmesser oft ohne Unterstützung stehen; hierhin gehören auch die Böschungen bei Tagebauen.

2. Ein anderer Schutz ist gegeben durch Stehenlassen von Bergfesten und zwar

a. im Grossen und Ganzen unter Stolln, Hauptquerschlägen, um Schächte u. s. w.,

b. in einzelnen Pfeilern und Säulen, wie bei den Abbaumethoden erwähnt wurde,

c. durch Anbauen eines Theils der Lagerstätte, was namentlich während des Betriebes von Strecken und des Verhauens von Pfeilern eintritt, wenn das Deckgebirge sehr zerklüftet ist oder aus gebrächen oder gar lockeren Massen besteht, oder wenn das Nebengestein bei der Entblössung unter dem Einfluss von Luft und Feuchtigkeit leicht verwittert oder bei thoniger Beschaffenheit, wie das Liegende vieler Braun- und mancher Steinkohlenflötze, sich aufbläht; in den beiden letzten Fällen hat man, wo möglich, die Entblössung ganz zu vermeiden oder nach der Entblössung so schnell, wie möglich, die Abschliessung gegen die Wetter zu bewirken.

3. Der Bergeversatz, dessen schon bei den Abbaumethoden gedacht wurde, ist ein weiteres Mittel zum Schutze gegen Druck. Er ist im Allgemeinen ein Ausbau durch Berge in irgend einer Form. Die Berge dürfen nicht zur Verwitterung geneigt sein; sie können entweder in der Grube erlangt oder müssen von Tage hineingeschafft werden, wo man sich wohl eines besonderen Schachtes zum Hineinstürzen bedient. Der Bergeversatz ist entweder vollständig beim Verstürzen von Schächten, Lichtlöchern und sonstiger Baue und erweist sich besonders zweckmässig, wenn solche Baue später wieder benutzt, die Strecken aufgeräumt, die Schächte aufgezogen, die Baue überhaupt wieder aufgewältigt werden sollen, oder theilweise, wenn der Zwek der Baue dies erfordert, oder wenn man nicht genug Berge hat; in letzterem Falle setzt man den Versatz streifenweise, in einzelnen Wänden oder Mauern und nähert sich dann schon oft einer einfachsten Form der Trockenmauerung, in welche man noch mehr übergeht bei Herstellung einzelner Pfeiler z. B. in Weitungen. An und für sich ist der Versatz um so besser, je dichter er ausgeführt wird, die Abhaltung des Druckes erfolgt aber nie so vollständig, wie bei Bergfesten. Bei vollständigem Versatz wird der Druck vollständig aufgefangen, bei theilweisem entsteht der Mangel, dass nur der Druck von Oben abgehalten wird.

4. Zimmerung oder Unterstützung mit Holz.

5. Mauerung.

6. Ausbau mit Eisen (Gusseisen, wie Schmiedeeisen) dessen Anwendung ausser bei Herstellung von wasserdichtem Ausbau sich auch anderweitig mehr und mehr ausdehnt. Man benutzt gusseiserne Stempel beim Abbau von Steinkohlen in England, schmiedeeiserne Pfähle und Träger bei manchen Veranlassungen besonderer Art in Deutschland, auch schmiedeeiserne Ringe zum Ausbau von Schächten und Strecken.

Auch das Wasser unterstützt in alten Bauen, insofern das Gestein an sich noch mässig standhaft und nicht auflösbar ist, worauf beim Lösen alter Baue in Hinsicht der Tagesoberflüche Rücksicht zu nehmen ist. Die Oberfläche kann übrigens auch beschädigt werden durch Abtrocknen schwimmender Massen, wenn sie, wie meistentheils, dabei an Volumen verlieren. Nur als merkwürdige Benutzung des Wassers ist anzuführen, dass man es im hohen Norden in ausgehauene Räume einführt und gefrieren lässt, demnächst das Eis wieder aushaut und die Stücke gleichfalls zur Unterstützung benutzt.

In Bezug auf den Ausbau durch Holz, Mauer oder Eisen ist zu bemerken, dass die Zimmerung vor der Mauerung dadurch den Vorzug verdient, dass sie geringeren Raum einnimmt, rasch hergestellt werden kann und in den meisten Gegenden unter gewöhnlichen Verhältnissen geringere Kosten veranlasst, dagegen hat sie den Nachtheil, dass sie nur von kurzer Dauer ist und daher kostbare Reparaturen und Erneuerungen erfordert, und dass sich die Tragfähigkeit über ein bestimmtes Maass nicht steigern lässt. Die Mauerung zeichnet sich durch grosse Widerstandsfähigkeit aus, so dass bei richtiger Construction derselben auch der stärkste Druck abgehalten werden kann, und ist bei gutem Material unveränderlich und, insofern die Stärke dem Druck angemessen ist, fast unzerstörbar; dagegen erfordert sie grössere Stärke, daher auch grössere Räume, welche oft nur unter Anwendung von Zimmerung hergestellt werden können, sie kann nur langsam ausgeführt werden, zumal das Material ungefügiger ist und aus einzelnen Stücken besteht, die bei stärkerem oder mehrseitigem Druck nur in Curvenform haltbar vereinigt werden können, endlich erfordert sie hohe Anlagekosten, wodurch sie für rasch vorübergehende Unterstützung unanwendbar wird. Der eiserne Ausbau steht in der Dauer wohl bei weitem einer guten Mauerung nach, Gusseisen ist noch ungefügiger als Stein, Schmiedeeisen ungefügiger als Holz, übertrifft aber das Holz noch in dem Vorzug, geringen Raum einzunehmen, und kann, namentlich bei starkem Druck und wo es sich darum handelt, die Unterstützung schnell herzustellen, von wesentlichem Nutzen sein. Zu wasserdichten Auskleidungen und zu Senkschächten hat das Eisen Vorzüge, welche später zur Sprache kommen. Die Dauer, welche die Unterstützung haben soll, die Stärke des abzuhaltenden Drucks und die Preise der nöthigen Materialien, beziehungsweise deren Vorhandensein bedingen die Anwendung der einen oder andern Art von Unterstützung. In der Natur der Materialien liegt es, dass die Zimmerung, wo sie nicht etwa nur aus einzelnen

Stücken besteht, geradlinie Zusammenfügungen erhält, wogegen Mauerung und eiserner Ausbau in denselben Fällen mit curvenförmigen Begränzungen ausgeführt werden.

A. Zimmerung.[2])

I. Material.

Zur Grubenzimmerung ist zwar jede Holzart, insofern sie genug Dicke erreicht, verwendbar, und der concrete Fall hat sich hierin oft den Localverhältnissen anzupassen, aber der relative Werth der einzelnen Hölzer als Unterstützungsmaterial ist, namentlich was die Dauer betrifft, sehr verschieden. An besten sind harte und demnächst sehr harzige Hölzer. Den ersten Platz nimmt das Eichenholz ein, denn es dauert unter den ungünstigsten Verhältnissen, wie Trockenheit, schlechte oder stockende Wetter, hohe Temperatur am längsten und wird hierin nur von der Akazie übertroffen, deren Gebrauch freilich auf südliche Gegenden beschränkt bleibt: auf den Steinkohlengruben von Carmeaux (Departement Tarn)[3]) in Strecken mit stockenden Wettern und hoher Temperatur war Weisseiche (chêne blanc) (Steineiche?) in 3 Monaten zerstört, Schwarzeiche (chêne noir) in 2 Jahren, Akazie mit Rinde und grün gesetzt, von 100 bis 180 Millimeter Durchmesser war noch nach 4 Jahren gesund; es scheint dem Splint von der Rinde eine klebrige Masse zuzugehen, durch welche er 7 bis 8 Monate unverändert bleibt, dann geht allerdings eine Veränderung vor, die nach 4 Jahren 5 bis 6 Millimeter vorgedrungen war, aber der Kern ist dann noch nicht angegriffen. Die Eiche dauert sehr lange in nassen Räumen, unter Wasser ist sie unzerstörbar, wie vielfach auch an Bauwerken in Flussbetten und im Meere beobachtet ist. Auch die harzigen Hölzer geniessen dieselbe Eigenschaft unter Wasserbedeckung, ebenso Erlenholz, welches sonst wenig taugt, aber zu Röhren empfohlen wird; Buchenholz stockt leicht und wird im Wasser rothfaul, Birkenholz ist spröde. Zur eigentlichen Zimmerung sind Pappel, Erle, Esche, Weide am schlechtesten, doch kommt Weide nebst anderen weichen Laubhölzern beim Picotiren (wasserdichte Zimmerung) vortheilhaft zur Anwendung. Nadelholz hat ausser der grösseren Billigkeit den Vorzug des geraden Wuchses, während Laubholz oft sehr ästig, knorrig und krumm ist. Als ein wichtiger Unterschied zwischen Laub- und Nadelholz tritt die Beschaffenheit der Holztheile nach dem Durchschnitt hervor, denn während bei den Laubhölzern der Kern der festere, der Splint der leicht zerstörbare Theil ist, sind beim Nadelholz die äusseren Holzlagen die

[2]) C. A. Sickel: Die Grubenzimmerung. Freiberg 1872.

[3]) Combes: Traité de l'exploitation des mines, tome I. p. 420.

festeren. Von den Nadelhölzern verwendet man Fichte, Kiefer, Tanne selten Lärche.

Jener Unterschied, verbunden mit der Art des Wuchses, wird in vieler Hinsicht für die Gestalt, in welcher man die Hölzer anwendet, bestimmend.

Die Dauer des Holzes unter Tage wird von mannigfachen Umständen bedingt, abgesehen davon, dass es bei zunehmendem Drucke zerbrechen kann, ohne in sich zerstört zu sein. Diese Umstände sind im Wesentlichen:

1. Innere Zustände des Holzes. Hierzu gehört seine Natur an sich; im Allgemeinen ist dasjenige Holz am besten, welches am dichtesten ist, dessen Fasern und Jahresringe am feinsten, welches daher an und für sich und vermöge seines Standortes langsam wächst; auch hiernach hat die Eiche den Vorzug, unter den Nadelhölzern in ebeneren Gegenden die Kiefer, dann Fichte, zuletzt Tanne, während die Lärche ihrer Sprödigkeit wegen nicht gut verwendbar ist. Von weiterem Einfluss ist der Boden und das Klima, insofern dadurch die innere Beschaffenheit des Holzes bedingt erscheint; am besten ist eine hohe Lage und mehr magerer als fetter Boden, besonders für Nadelhölzer; Fichtenholz im Gebirge gezogen ist fast ebenso gut als Kiefernholz[4]); am schlechtesten sind die Hölzer von nassem und lettigem Boden. Endlich hängt die Brauchbarkeit von dem Alter des Holzes ab, worauf freilich bei Rundhölzern nicht immer gesehen werden kann; Nadelhölzer sind bei einem Alter von 100 Jahren, Eichen, namentlich auf trockenem Boden gewachsen, von 300 bis 400 Jahren am besten.

2. Aeussere Zustände über Tage. Hierhin gehören: gehörige Fällzeit, über welche indess die Ansichten getheilt sind, jedenfalls muss sie aber dann gewählt werden, wenn der Saft nicht circulirt, und wenn es nicht friert, also im Spätherbst und im ersten Anfang des Frühjahrs; in manchen Gegenden wählt man die Zeit vom November bis Ende Februar, wobei man Wintertransport durch die Wälder benutzt, in anderen Gegenden fällt man das ganze Jahr hindurch mit Ausnahme der Monate März, April, Mai. Neuere Versuche haben wiederholt ergeben, dass dem ausser der Saftzeit gefällten Holze in Bezug auf Dauer, Tragfähigkeit und Dichtigkeit der Vorzug einzuräumen ist[5]). Man kann übrigens die Fällzeit des Holzes erkennen, wenn man den Querschnitt mit Jodlösung behandelt; da sich im Winter in den Markstrahlen und dem Parenchym des Holzes Stärkekörperchen ablagern, welche beim Safteintritt aufgelöst werden und der Pflanze zur Nahrung dienen, so erscheinen bei einem im Winter gefällten Holze auf dem durch Jodlösung gelb gefärbten Querschnitt die Markstrahlen und einzelne Stellen des Holzparenchyms blauschwarz, während, falls das Holz im Safte gefällt ist, die ganze Fläche des mit Jod-

[4]) v. Carnall und Krug v. Nidda: bergm. Taschenbuch. 1846. S. 242.

[5]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1874. S. 195.

lösung behandelten Querschnitts gelb erscheint und die Markstrahlen nur etwas heller hervortreten[6]). — Ferner ist nothwendig gehörige Austrocknung nach der Fällung, weil grünes Holz viel schneller fault; sie darf nicht zu schnell geschehen, damit das Holz nicht zu stark reisst, auch nicht zu langsam, weil sonst die Säfte stocken und Fäulniss eintritt. Dem Austrocknen kommt das Abschälen der Rinde zu statten, was ziemlich allgemein anerkannt wird; das Abschälen ist auch deshalb zu empfehlen, weil sich unter der Rinde gern Insekten aufhalten, welche das Holz beschädigen; bei Eichen hat die Rinde an sich Werth, weshalb sie schon deshalb beseitigt wird. Die Rinde fault in der Grube am ehesten und steckt das übrige Holz an, doch ist beim Nadelholz wegen dessen Harzgehalt das Abschälen am wenigsten nothwendig. In dem Planitzer Steinkohlengruben hat man die Erfahrung gemacht, dass da, wo Grubentrockniss herrscht und sich bald Schwamm einfindet, vollständig grünes, ungeschältes Fichtenholz vier- bis fünfmal länger dauert, als das kernigste trockene; es scheint, als ob bei grünem Holze die Fäulniss von Innen nach Aussen, bei trockenem umgekehrt vor sich geht. Nach den Erfahrungen von Burkardt[7]) ist im Sommer gefälltes Holz, welches sofort nach dem Hiebe geschält ist, mindestens eben so dauerhaft, als im Winter gefälltes, jedenfalls aber dauerhafter, wenn es unmittelbar nach der Fällung verbraucht wird; dasselbe ist leichter, als Winterholz, aber dem Reissen mehr ausgesetzt. Dem letzteren Uebelstande wirkt man bei Eichenholz dadurch entgegen und macht dasselbe zugleich härter, dass man Bäume mittlerer Stärke auf dem Stamme schält und bis zum Winter stehen lässt. Um zu ermitteln, welche Fällzeit für die Dauerhaftigkeit des Holzes die beste sei, sind auf der Forstakademie zu Tharand, sowie in neuester Zeit auf der zu Eberswalde eingehende Versuche angestellt. Dieselben haben ein positives Resultat nicht ergeben. Am letzterem Orte wurden die Versuche in folgender Gestalt vorgenommen[7a]): Es wurden allmonatlich ein Jahr hindurch die betreffenden Bäume gefällt, und aus jedem Baume an derselben Stelle über dem Erdboden 0,5 Meter lange Stücke theils zu Schwellen, theils zu Rundholz, theils zu kantigen Balken verarbeitet und diese Stücke so lange aufbewahrt, bis sie lufttrocken waren d. h. so lange, bis sie von ihrem Gewicht nichts mehr verloren. Beim Fällen zeigten sie einen Wassergehalt von 36 bis 44 Procent ihres Gewichtes, ohne dass in Bezug auf die Fällzeit eine bestimmte Regel zu bemerken gewesen wäre, während die Lufttrockenheit für alle Hölzer ziemlich gleichmässig, bei

[6]) Dingler polyt. Journal. Bd. 219. S. 552.

[7]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1871. S. 435.

[7a]) Centralblatt der Bauverwaltung. Berlin 1882. S. 287. 408. 441. — Mittheilungen aus dem Artillerie- u. Genie-Wesen. Wien 1883. Notizen S. 55. — Mittheilungen aus der Literatur des Eisenbahnwesens. Berlin 1883. S. 24. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1883. S. 451.

einem Wassergehalt von 10 bis 12 Procent, eintrat. Die Hölzer wurden in eine Sandbettung gelegt oder unter Dach und Fach aufbewahrt und nach längerer Zeit dem Schlage eines Fallgewichtes ausgesetzt, um den Widerstand gegen dasselbe zu messen; auch in dieser Beziehung wurde ein Gesetz, wonach die Fällzeit auf die Widerstandsfähigkeit Einfluss hätte, nicht ermittelt. Dennoch muss daran festgehalten werden, dass das im Winter gefällte Holz dauerhafter ist, als das im Sommer gefällte; denn die Fäulniss des Holzes entsteht durch Parasitenbildung, welche durch den Wassergehalt des Holzes erzeugt wird; wendet man daher lufttrockenes Holz an, so finden die Parasiten (Sporen von Pilzen) keine Nahrung, und das Holz wird vor Fäulniss geschützt. Da aber das Winterholz in trocknerem Zustande zur Verwendung gelangt, als das Sommerholz, so erklärt sich zur Genüge dessen grössere Widerstandsfähigkeit und Haltbarkeit. Am besten ist es, frisch gefälltes Holz sofort zu schälen und in fliessendes Wasser zu bringen, wodurch die den Zersetzungsprocess beschleunigenden flüssigen Bestandtheile in den Zellengefässen ausgelaugt und beseitigt werden; das Holz bleibt ein halbes Jahr länger in dem Wasser, trocknet demnächst schnell an der Luft und hat wesentlich an Haltbarkeit und Widerstandsfähigkeit gewonnen. Die Aufbewahrung über Tage muss so erfolgen, dass das Holz vor Sonne und Regen geschützt ist, überhaupt luftig liegt, weshalb man es in Haufen aufstellt, durch welche die Luft hindurch ziehen kann, auch unter leichten Bedachungen, namentlich geschnittene Hölzer, Bretter lagert man sich kreuzend in Pyramiden, nie darf man das Holz unmittelbar auf den Boden legen. Holz, welches zu Röhren ausgebohrt werden soll, also gar keine Trocknungsrisse haben darf, bewahrt man ebenso, wie die gebohrten Röhren selbst, am besten unter Wasser auf.

3. Aeussere Zustände unter Tage. Hier kommt vor Allem die Beschaffenheit der Wetter, die Feuchtigkeit und Temperatur derselben in Betracht; sehr schädlich wirken abwechselnde Wärme und Kälte, Trockenheit und Nässe, weshalb an Hängebänken und Mundlöchern am schnellsten Zersetzung eintritt, indem dort die Wetter mit den Jahreszeiten umsetzen, also bald kalt, bald warm mit dem Holze in Berührung kommen. Zu unterscheiden sind hier nasse und trockne Fäulniss (Trockenmoder, Vermoderung), letztere greift schneller um sich, erstere entwickelt mehr übelriechende Gase und hat zuletzt ein völliges Flüssigwerden der zersetzten Stoffe zur Folge; die nasse Fäule beginnt gern an Astlöchern, in Blattungen, Rissen u. s. w., wogegen die trockne mehr das ganze Holz gleichzeitig ergreift unter Verbreitung eines eigenthümlich süsslich scharfen Geruchs. Bei grösserer Feuchtigkeit bilden sich kryptogamische Parasiten, welche den Vermoderungsprocess beschleunigen. Krankes und faulendes Holz steckt gesundes an, was sorgfältig zu berücksichtigen ist. Eigenthümlich ist auch, dass in thonigen oder zu thonigen Substanzen verwitternden Gesteinen, z. B. auch in chloritischen, die dicht anliegende Zimmerung besonders rasch fault, was wohl mit der Beschaffenheit der Wetter, den

Exhalationen solcher Massen und damit zusammenhängt, dass beim dichten Anliegen alle Ausdünstungen des Holzes gehemmt sind. Nach den in Belgien gemachten Beobachtungen[8]) werden die Kappen später angegriffen, als die Thürstöcke, welche namentlich unten am meisten leiden, was mit dem Wetterzuge zusammenhängt; selbst die von dem Wetterstrom abgewendete Seite des Holzes soll früher leiden, als die ihm zugekehrte.

Bei so mannigfachen Verhältnissen ist die wirkliche Dauer der Hölzer natürlich überaus verschieden. Beim sächsischen Braunkohlenbergbau[9]) dauert Fichten- oder Tannenholz, wenn kein besonderer Druck vorhanden ist, etwa 4 Jahre; beim Gangbergbau soll nach Gaetzschmann die Zimmerung 5 bis 6 Fahre dauern, unter ungünstigen Umständen 1 bis 3 Jahre, beim Steinkohlenbergbau oft nur 6 Wochen; wo sie kalt, nass, in guten Wettern steht, hat man eine Dauer von 20 und 30 Jahren, ja wie auf dem Sauberg bei Ehrenfriedershof von 100 bis 200 Jahren beobachtet; im alten Mann und in der Nässe hat man schon 300 Jahre alte Zimmerung unversehrt gefunden. Die Dauer von Eichenholz unter gewöhnlichen, nicht geradezu ungünstigen Verhältnissen ist auf 30 bis 40 Jahre, von Nadelholz in nassen, seigeren Schächten auf 18 bis 20 Jahre anzunehmen.

Gesundes Holz kann man einerseits durch das Ansehen des Querschnitts, andererseits durch den hellen Klang erkennen, den man bemerkt, wenn man an den Querschnitt in der Richtung der Achse des frei liegenden Stücks oder selbst an stehenden Stämmen anschlägt; dies ist indess nur ein Mittel bei geraden Stämmen, da astiges krummes Holz nicht klingt.

Verlängerung der Dauer des Holzes. Aus dem Vorgehenden erhellt schon, dass man nur geschältes Holz anwenden soll und Nadelholz, wo möglich, in runden Stämmen. Alsdann lässt sich die Dauer gesund eingebrachter Zimmerung verlängern, wenn man:

1. so weit es die übrigen Verhältnisse gestatten, stets für gute Wetter sorgt, was natürlich nicht überall möglich ist, da irgendwo die verbrauchten Wetter zum Ausziehen kommen müssen;

2. sie in einem Zustande gleichmässiger Nässe erhält, indem man sie bewässert, was besonders ausgebildet ist am Oberharz, zu Joachimsthal, zu Neurode in Schlesien[10]) und an vielen anderen Orten; es ist dies aber mit Leichtigkeit nur in Schächten, schwieriger in Strecken, welche sich weit verzweigen, zu bewirken; am Harze hat man dazu besondere Röhren, welche mit fein durchbohrten Spunden versehen sind, aus denen das aus dem Schachte entnommene, unter Druck stehende Wasser in feinen, staubartigen Wasserstrahlen hervor- und gegen die Zimmerung spritzt.

Hierher gehören auch die verschiedenen Methoden des Präparirens

[8]) Journal des Mines. 1859. S. 160.

[9]) Ottiliä a. a. O. in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 8B. S. 3.

[10]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 2A. S. 355.

der Hölzer vor dem Gebrauch auf mehr oder weniger künstlichem Wege, um ihm die hauptsächlich Fäulniss erregenden, fast ausschliesslich im Saft und im Zellengewebe enthaltenen, stickstoffhaltigen Substanzen zu entziehen; dieselben weichen dadurch von einander ab, ob überhaupt und welche andere Stoffe an die Stelle der beseitigten gebracht werden. Den Uebergang hierzu macht der oberflächliche Schutz durch Anstreichen mit deckenden Substanzen, welche die äussere Luft nicht unmittelbar an das Holz treten lassen, wie das Bestreichen mit Kalkmilch, was indess kaum noch üblich ist, ferner mit Steinkohlentheer oder Mastixtheerfirniss, wodurch man auf thüring'schen Braunkohlengruben bei Verwendung trockner Hölzer die doppelte Dauer erzielt haben will; doch dringen derartige Anstriche nicht tief in das Holz ein. Auf der Königin Luise Grube in Oberschlesien sind versuchsweise in einer Strecke im ausziehenden Wetterstrome zwischen gewöhnlicher Zimmerung Kappen und Stempel eingebaut worden, welche vorher mit Wasserglaslösung angestrichen waren; sie zeigten sich den Einflüssen der schlechten Wetter gegenüber wesentlich dauerhafter als unpräparirte Hölzer[11]). Hierher gehört ferner das oberflächliche Verkohlen oder Anschwelen der Hölzer, welches auf den Rauenschen und Petersdorfer Braunkohlengruben[12]) versucht worden ist. Man will gefunden haben, dass es gut ist, die Hölzer nach dem Anschwelen, ehe noch die Abkühlung erfolgt ist, mit heissem Theer zu bestreichen oder in Theer stecken zu lassen, so lange noch ein Aufsaugen stattfindet[13]).

Das eigentliche Präpariren ist zwar für Grubenhölzer, England etwa ausgenommen, bis jetzt im Grossen noch nicht durchgeführt und mehr für Eisenbahnschwellen, bei Holzbauten über Tage, wie Brücken, bei Wasserbauten, Telegraphenstangen u. s. w. angewendet, bietet aber auch für den Bergbau grosses Interesse. Im Allgemeinen kann man unterscheiden:

1. einfaches Entfernen der Safttheile durch Auswässern oder Auskochen, was aber beides bei dicken Stücken nicht auf das Innere wirkt. Auslaugung mit kaltem Wasser, dem etwas Salzsäure beigemengt ist, findet auf englischen Schiffswerften statt, am einfachsten so, dass man den Stamm mit dem Wipfelende nach unten stellt, das glatt abgeschnittene Wurzelende in einen etwa 1,883 Meter langen Cylinder steckt, mittelst eines übergestreiften Kautschukcylinders, der noch mit Pressschrauben angedrückt wird, abschliesst; ein 4,708 Meter langer Eichenstamm wird in 24 Stunden, Tannenholz in der halben Zeit ausgelaugt. Dieses Verfahren ist insofern mangelhaft, als die Poren geöffnet bleiben und die Holzfaser dadurch einer Art Oxydation (Verwesung) ausgesetzt wird. Dennoch wird das Verfahren neuerdings wieder in folgender Weise vorgeschlagen. Das Holz wird in einem luftdichten mit Dampfschlange versehenen Apparat

[11]) Ebenda. Bd. 20B. S. 360.
[12]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 8A. S. 180.
[13]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1878. S. 102.

erhitzt, während es zugleich unter starkem von einer Druckpumpe erzeugten Luftdruck steht; dadurch werden alle Flüssigkeiten aus dem Holze ausgetrieben und gelangen in einen Condensationsapparat. Das Holz erkaltet unter Fortdauer des Drucks und soll dann später keine Risse bekommen[14]).

2. Verdrängen des Saftes durch Lösungen von Salzen u. dgl. m., welche nachher in den Poren auskrystallisiren und dieselben zum Theil wieder füllen; hierin liegt an und für sich ein Uebelstand, indem beim Krystallisiren die Poren wohl gewaltsam geöffnet werden und eine Trennung der Holzfaser bewirkt wird; bei Feuchtigkeit oder gar an nassen Punkten werden die Salze wieder ausgelaugt, wodurch der Zweck vereitelt wird, in der Trockenheit benehmen die Salze, als starre Körper, dem Holze einen Theil der Elasticität und machen es spröde.

Im Grossen ist noch zu unterscheiden, ob man das Holz nur ohne Weiteres in die Lösungen einlegt oder dieselben unter hydraulischem Druck einpresst (das eigentliche Imprägniren), nachdem man zuvor den Saft, jedenfalls aber, wenn das Verfahren wirksam sein soll, die Luft aus den Poren durch Ausdämpfen entfernt hat[15]). Als solche Flüssigkeiten hat man gebraucht:

a. ohne Druck und wohl nur bei Grubenhölzern Salzsoole, namentlich in der Provinz Sachsen auf Braunkohlengruben; zu Zscherben fand man getränktes Holz nach 13 Jahren noch gesund an Stellen, wo nicht getränktes Holz alle 2 Jahre ausgewechselt werden musste; ähnliche Erfahrungen hat man zu Tollwitz, Nietleben, Eisdorf, Altenweddingen, Eggersdorf, Stassfurt gemacht, wie es ja auch eine alte Thatsache ist, dass in Steinsalzbergbauen das Holz der Fäulniss fast gar nicht unterworfen ist, doch zeigten sich die in Salzsoole getränkten Hölzer auch hier spöde. — Lostal in Firminy bedeckt das Holz in einem grossen Bassin mit ungelöschtem Kalk und begiesst denselben nach und nach mit Wasser, bis er gelöscht ist. Je nach der Grösse und Stärke der Hölzer bleiben sie längere oder kürzere Zeit liegen, bis das Kalkwasser eingedrungen ist. Für Grubenhölzer soll eine Woche genügen. Das Holz soll angeblich sehr hart werden und lange der Fäulniss widerstehen[16]).

[14]) Die chemische Industrie von Dr. Jacobsen. Berlin 1880. S. 26.

[15]) Ueber Erhaltung des Grubenholzes in „der Bergwerksfreund". Eisleben 1860. Bd. 22. S. 468. — Vogt: Die Conservirung des Holzes durch Imprägnirung mit creosothaltigem Steinkohlentheeröl in Zeitschr. f. Bauwesen. Jahrg. 11. S. 427. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 2A. S. 355; Bd. 8A. S. 180; Bd. 11A. S. 254. — The Mechanics' Magazine. London. Vol. 93. p. 137. — Dingler polyt. Journal. Bd. 202. S. 174. — Der Berggeist. Köln 1871. S. 507. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1871. S. 281; Jahrg. 1872. S. 123. — Polytechnisches Centralblatt. Berlin 1875. S. 286.

[16]) Dingler polyt. Journal. Bd. 218. S. 527. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1876. S. 99; Jahrg. 1879. S. 310. — Zeitschr. des oberschles. berg- u. hüttenm. Vereins. Königshütte 1879. S. 205. — Wochenschrift des

b. Auf den Gruben bei Eggersdorf und Altenweddingen bestreut man Holz- und Bretterstapeln mit kali- und magnesiahaltigen Abraumsalzen von Stassfurt[17]) und hat dadurch eine so vorzügliche Conservirung der Hölzer bewirkt, dass man das Verfahren allgemein einführte. Für andere, von Stassfurt entfernter belegene Gruben möchte sich dasselbe kaum empfehlen, weil die Abraumsalze durch den Transport allzusehr vertheuert werden würden.

c. Schwefelbarium nach der Methode des Katastergeometer Rüttgers wurde vom Eschweiler Bergwerksverein angewendet und soll sich gut bewährt haben.

d. Zinkchlorid benutzte man zum Imprägniren von Schwellen zu einem über Tage befindlichen Bremsberg auf der Steinkohlengrube bei Ibbenbüren und hat vorzügliche Resultate damit erreicht. Ebenso hat diese Imprägnirungsmethode bei den Schwellen auf den hannöverschen Eisenbahnen sich vortrefflich bewährt, gleichwie auf den ungarischen Staatsbahnen, wogegen man bei ihrer versuchsweisen Anwendung auf dem Harz beim Bergbau keinen günstigen Erfolg erzielt hat[18]).

e. Zu Schemnitz imprägnirte man die Hölzer mit Zink- und Kupfervitriol-Lösung ohne Druck nach dem System von Lüdersdorf, mit Druck nach dem von Boucherie; bei ersterem nahm man 4 Procent Zinkvitriol und 1,6 Procent Kupfervitriol, bei dem anderen 3 Procent Zinkvitriol und 2 Procent Kupfervitriol in die Lösung. Die erstere Methode hatte offenbar das Tannenholz nicht gehörig durchdrungen, denn nach 3 Jahren war der Kern faul, die Aussenseite aber auf 39 Millimeter frisch, wogegen das Eichenholz ganz frisch sich zeigte; nicht getränktes Eichenholz war bis zu 19 Millimeter Tiefe, Tannenholz ganz verfault; endlich waren die nach dem Verfahren von Boucherie bearbeiteten Hölzer nach 3 Jahren noch ganz frisch. Die mit diesen Salzen präparirten Hölzer hat man wohl noch zum zweiten Male in Chlorcalcium oder Schwefelbarium getränkt und dadurch schwefelsaure Kalkerde oder Baryterde in den Hölzern gebildet. Mit Gips (schwefelsaure Kalkerde) getränktes Grubenholz zeigte sich zu Schemnitz nach 3 Jahren noch im Splint ganz frisch, war aber schon im Kern angegangen.

f) Zu Eisenbahnschwellen, wie für Hölzer zu Eisenbahnbrücken, welche aber in neuerer Zeit immer unter Druck imprägnirt werden, hat man Quecksilbersublimat (Methode von M. Kyan, deshalb Kyanisiren genannt) in $^1/_{150}$ Verdünnung gebraucht, z. B. auf der badischen Staatsbahn im Jahre

Vereins deutscher Ingenieure. 1879. No. 42. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 28B. S. 245. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1881. S. 165.

[17]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17B. S. 63.

[18]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17B. S. 63. — Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Wiesbaden 1870. S. 28. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1882. S. 668.

1839; das Verfahren ist kostbar und in letzter Zeit ausser Gebrauch gekommen.

g) Die Behandlung mit Eisenvitriol ist zwar billig, hilft aber nicht viel. Ebenso ist die Tränkung mit Schwefelbarium und nachher folgendem Eisenvitriol auf der Köln-Mindener Bahn ungünstig ausgefallen. In der einfachsten Weise wird die Anwendung von Eisen zur Imprägnirung von Hubert vorgeschlagen[19]). Derselbe schlägt lange, dünne Nägel mit breiten Köpfen in das Holz, diese rosten in der Feuchtigkeit, das dadurch gebildete Eisenoxyd verbreitet sich in der Holzmasse und soll dieselbe vor Zerstörung schützen. Auch hat er zu gleichem Zweck Eisenbahnschwellen mit Eisendraht umwickelt. Angeblich sollen in solcher Weise Hölzer 15 Jahre lang in feuchter Erde unversehrt erhalten worden sein. — Auf den Steinkohlengruben zu Comentry[20]) hat man die Imprägnirung mit Eisenvitriol eingeführt und dadurch dem Holze eine solange Dauer verliehen, dass man von der Verwendung alter Eisenbahnschienen wieder zurückgekommen ist. Der Erfolg der Imprägnirung ist um so vollkommener befunden worden, je concentrirter die Lösung ist und je länger die Berührung mit derselben dauert, doch genügt in der Praxis eine 24 Stunden lange Dauer. — In Verbindung mit Gerbsäure das Eisenoxyd zur Imprägnirung zu benuzten, schlägt Hatzfeld vor[21]). Derselbe führt die lange Dauerhaftigkeit des Eichenholzes auf dessen grossen Gehalt an Gerbsäure zurück, welche auf die Holzfaser eine ganz ähnliche Wirkung ausüben soll, wie die Lohe auf animalische Häute, indem sie harte, unlösliche und undurchdringliche Zusammensetzungen bildet, welche der Fäulniss widerstehen. Er schlägt deshalb vor, die Hölzer mit Gerbsäure und dann mit einer Lösung von holzessigsaurem Eisenoxydul zu imprägniren. Die französische Telegraphenverwaltung hat Versuche im Grossen mit dieser Methode gemacht. Boucherie[22]) ist der Ansicht, dass das gerbsaure Eisenoxydul die ihm von Hatzfeld zugeschriebene schützende Eigenschaft nicht besitzt, wenigstens hält er sie nicht für erwiesen und glaubt namentlich, dass sich das gerbsaure Eisenoxydul alsbald in Eisenoxyd umsetzen werde und zwar auf Kosten der Festigkeit des Holzes, welches zu dieser Umsetzung den Sauerstoff hergeben würde; Versuche, welche der ältere Boucherie mit holzessigsaurem Eisenoxydul angestellt hat, sollen nur sehr mittelmässige Resultate ergeben haben. — Auf der Steinkohlengrube cons. Brandenburg in Oberschlesien[23]) hat man hinter die Schachtzimmerung

[19]) Berg- u. hüttenm. Zeitung a. a. O. S. 362.

[20]) Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. 2 série, tome III. p. 569.

[21]) Dingler polyt. Journal. Bd. 210. S. 77; Bd. 215. S. 472. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1874. S. 99.

[22]) Kerl u. Wimmer ebenda. S. 311. — Dingler polyt. Journal. Bd. 211. S. 480.

[23]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 24B. S. 153.

von Eichenholz eine 3 Centimeter dicke Schicht eines Gemenges von Eisenvitriol mit gesiebter Kohlenasche in der Absicht eingebracht, dass das Eisenvitriol durch die Schachtwasser aufgelöst und in gelöster Gestalt das Holz durchdringen und conserviren soll. Nach fünfjährigem Lagern der Zimmerung hat eine Untersuchung ihre völlige Unversehrtheit ergeben, obwohl ein Schwarzwerden, also ein Einfluss des Eisenvitriols auf die Gerbsäure des Eichenholzes nicht wahrzunehmen war. Dagegen ist die früher stets beobachtete Pilzbildung hinter der Zimmerung völlig verschwunden.

h) Zinnchlorid nach dem Verfahren von Bréaut ist mit dem besten Erfolge auf den hannöverschen Eisenbahnen benutzt.

i) Kupfervitriol[24]) nach der Methode von Boucherie ist mit Nutzen auf der Berlin-Hamburger Eisenbahn im Gebrauch; auch das Holzwerk an der Weichselbrücke bei Dirschau und der Nogatbrücke bei Marienburg ist mit Kupfervitriol getränkt. Auf der Steinkohlengrube Reden bei Saarbrücken[25]) präparirte man bis zum Jahre 1865 Buchen- auch Kieferstämme vor dem Zerschneiden mit Kupfervitriol unter natürlichem Druck, wobei das Holz möglichst noch im Safte sein muss, um eine vollständige Imprägnirung zuzulassen. Die Hölzer scheinen eine gute Dauer zu besitzen. Auch an anderen Orten scheint sich das Verfahren zu bewähren[26]). Dasselbe soll jedes Mal gelingen, wenn es gewissenhaft mit gesunden und frisch geschlagenen Bäumen vorgenommen wird, und wenn man die imprägnirten Hölzer an der Luft gehörig austrocknen lässt, damit sie gewissermassen vollständig mineralisiren und nicht beim Gebrauch die noch im Innern befindliche Flüssigkeit ausgepresst werde, was um so wichtiger ist, als sie ihre Conservirung offenbar nicht dem Ueberschuss an Kupfervitriollösung verdanken, sondern vielmehr der in ihnen entstehenden Verbindung des Kupferoxyds mit der Cellulose. Derartig von Boucherie selbst präparirte Eisenbahnschwellen haben von 1847 bis 1868 auf der französischen Nordbahn gelegen und sind vollständig unversehrt aufgenommen worden; selbst an der Contactstelle mit den Eisenbahnschienen, welche am ehesten der Verwesung ausgesetzt ist, hat man keine Veränderung wahrgenommen, was der vollständigen Austrocknung vor dem Gebrauch zugeschrieben wird. Nach Boucherie darf das Kupfervitriol kein Eisenvitriol enthalten, weil schon ein Gehalt derselben bis zu 6 Procent einen zerstörenden Einfluss auf das Holz ausübt. — Beim Grubenbau ist das Kupfervitriol zur Imprägnirung der Hölzer vortheilhaft auf den Gruben des Harzes, auch bei Kamsdorf verwendet worden; am letzteren Orte fanden sich bei einem

[24]) Weltz: Die Erklärung der Wirkung des Kupfervitriols in berg- u. hüttenm. Zeitg. v. Bornemann u. Kerl. Freiberg 1862. S. 41.

[25]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 11 A. S. 255.

[26]) Dingler polyt. Journal. Bd. 191. S. 330; Bd. 242. S. 444. — Berggeist. Köln 1869. S. 396. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1869. S. 319. — Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Wiesbaden 1869. S. 150.

Schachtabteufen an derselben Stelle, wo sich nicht präparirtes Holz alsbald mit Pilzschimmel bedeckte, die mit Kupfervitriol imprägnirten Hölzer ganz unversehrt[27]). M. Paulet hat bei Eisenbahnschwellen, welche 10 bis 12 Jahre gelegen haben, gefunden, dass die Imprägnirung mit Kupfervitriol nicht vor Zerstörung schützt[28]). Er fand die Schwellen gewöhnlich kupferfrei, indem das Kupfer durch die kohlensäurehaltigen Niederschläge aus der Atmosphäre fortgeführt war; dagegen enthielten sie viel kohlensauren Kalk und ziemlich beträchtliche Mengen unlösliches Eisenoxyd. Wo die Schienen auf den Schwellen gelegen hatten, war die Veränderung des Holzes ziemlich bedeutend, indem es bis zu einer ziemlich grossen Tiefe eine braune Farbe angenommen hatte und ganz morsch geworden war; es hatte sein specifisches Gewicht von 0,755 auf 0,38 verringert und enthielt Stickstoff, Eisen, kohlensaure Kalkerde und löste sich in Kalilauge auf. Hiergegen wird andrerseits[29]) hervorgehoben, dass sich das schwefelsaure Kupferoxyd mit der Cellulose des Holzes so fest verbindet, dass es mit Wasser nicht wieder ausgewaschen werden kann. Ganz besonders aber tritt M. Boucherie für das von seinem Vater angegebene Verfahren der Imprägnirung mit Kupfervitriol ein[30]). Auch er hebt die innige Verbindung des Kupfersalzes mit den Elementen des Holzes hervor, welche allen Waschungen mit Wasser widersteht und beruft sich auf Hölzer, welche 25 Jahre lang in ihren Geweben eine Menge von Kupfersalzen erhalten haben. Wo nicht befriedigende Resultate mit dieser Imprägnirungsweise erzielt sind, glaubt Boucherie, dass das Holz krank gewesen ist, da krankes Holz auch bei hohem Druck von 3 bis 4 Atmosphären die salzigen Flüssigkeiten nicht aufnimmt. Als anderen Grund des Nichterfolges giebt er die Unreinheit des Kupfervitriols an, welcher häufig bis 12 Procent Eisenvitriol enthält und sich dann gar nicht zum Imprägniren eignen soll.

k) Von Beer in New-York ist das Imprägniren der Hölzer mit Boraxlösung[31]) empfohlen. In einem Trog von Holz oder Eisen wird eine gesättigte Lösung von Borax in Wasser in solcher Quantität dargestellt, dass das zu präparirende Holz gänzlich von der Flüssigkeit umspült ist. Die Lösung wird durch Dampf oder auf andere Weise bis zum Siedepunkt erhitzt und darin erhalten, das Holz wird eingelegt und bleibt 2 bis 12 Stunden der Einwirkung der Flüssigkeit ausgesetzt, je nach der Porosität und Dicke des Holzes längere oder kürzere Zeit. Darauf wird dieselbe Operation noch einmal wiederholt, aber das Holz der Einwirkung der Flüssig-

[27]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17B. S. 63.

[28]) Dingler polyt. Journal. Bd. 215. S. 287. — Der Naturforscher. Berlin 1875. S. 87. — Engineering, die allgem. polyt. Zeitung v. Dr. Grothe. Berlin 1875. S. 454.

[29]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1874. S. 442.

[30]) Dingler polyt. Journal. Bd. 211. S. 480.

[31]) Dingler polyt. Journal. Bd. 189. S. 184. — Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Wiesbaden 1870. S. 63.

keit nur halb so lange Zeit ausgesetzt, als vorher; demnächst wird das Holz getrocknet und ist zum Gebrauch fertig. Wenn die Hölzer dick sind, ist es zu empfehlen, sie vorher mit Wasserdampf zur Entfernung des Saftes zu behandeln und noch nass und warm in die Boraxlösung zu bringen, wodurch die Operation abgekürzt wird. Sollen die Hölzer ganz wasserdicht gemacht werden, so bringt man Schellack, Harz oder andere Substanzen, welche in der Boraxlösung löslich, in kaltem Wasser aber unlöslich sind, in die Flüssigkeit, wodurch die Poren des Holzes wasserdicht verstopft werden. Eine Anwendung dieser Imprägnirungsmethode beim Grubenbau ist nicht bekannt geworden, sie dürfte für gewöhnliche Zwecke auch zu kostspielig erscheinen.

l) Bei einem Versuche, welchen Müller mit Imprägnirung der Hölzer durch verschiedene Salzlösungen anstellte, hat sich herausgestellt, dass eine Behandlung des Holzes in Natriumphosphat und eine darauf folgende in Chlorbarium am meisten zur Conservirung des Holzes beigetragen hat, indem sich phosphorsaure Baryterde bildet, welche die Holzfaser vollständig mineralisirt, während auch das ausgeschiedene Chlornatrium zur Conservirung beiträgt. Das Holz wurde in der 7procentigen Lösung von Natriumphosphat 5 Tage lang behandelt und nach dem Trocknen 7 Tage lang in der 3procentigen Lösung von Chlorbarium[32]).

m) Brown mineralisirt das Holz durch fein geschlämmte Kreide[33]). In einem eisernem Cylinder wird das Holz mittelst einer Luftpumpe seines Luftgehalts entleert; der Cylinder steht mit einem zweiten in Verbindung, welcher mit einem Brei von Kreide in Wasser gefüllt ist. Sobald der erste Cylinder von seinem Luftgehalt befreit ist, wird der Absperrhahn geöffnet und der Kreidebrei dringt in den ersten Cylinder und in die Poren des Holzes.

n) Blythe unterwirft frisches Holz der Wirkung von Wasser- und Kohlenwasserstoffdämpfen in geschlossenen Cylindern unter einem Druck von mehren Atmosphären, wodurch frisch gefällte Baumstämme binnen zwei Tagen sehr an Festigkeit gewinnen sollen[34]). Das Verfahren wird namentlich für Buchenschwellen auf den französischen Eisenbahnen angewendet und von denselben als sehr vortheilhaft hervorgehoben[34a]). Dieselben werden zuerst getrocknet, alsdann in einem Eisenblechcylinder gebracht und in demselben einem Strom von Wasserdampf, welcher mit Creosotöldämpfen gemischt ist, 10 Minuten lang ausgesetzt. Hierauf wird

[32]) Dingler polyt. Journal. Bd. 202. S. 390. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1872. S. 78. — Glückauf. Essen 1872. No. 5.

[33]) Dingler polyt. Journal. Bd. 215. S. 472.

[34]) Ebenda. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 29. p. 390.

[34a]) Verhandlungen des Vereins f. Eisenbahnkunde. Berlin 1883. S. 68. — Glaser Annalen. Bd. 13. S. 9. — Dingler polyt. Journal Bd. 249. S. 183.

in den Cylinder Creosotöl in genügender Menge eingebracht, auf welches bei einer dauernden Temperatur von 60 Grad durch eingeführten Dampf ein Druck von 5 Atmosphären ausgeübt wird; diese Operation dauert 30 Minuten und soll jede Schwelle eine Gewichtszunahme von 11 Kilogramm erfahren. Schon diese geringe Gewichtsvermehrung deutet darauf hin, dass die Imprägnirung nicht vollständig ausgeführt ist, so dass die äusseren Theile noch widerstandsfähig sind, während der innere Kern bereits in Fäulniss übergeht. Dies haben auch Versuche, welche in Deutschland angestellt worden sind, vollständig erwiesen, und ist deshalb das nachfolgend unter o beschriebene Verfahren hier überall eingeführt.

o) Herrschend scheint jetzt zu werden und ist in England bereits das Creosotiren[35]) nach dem Patente von Bethel, namentlich bei Eisenbahnen, Wasserbauten, auch bei Grubenhölzern; für Wasserbauten ist es deshalb zu empfehlen, weil es selbst die Zerstörung dnrch teredo navalis und limnoria terebrans vom Holze abhält. Daneben kommt in England allerdings das Imprägniren mit Zinkchlorid nach Burnett (burnettiring the timber) bei Anlagen vor, wo ein Auswässern des Salzes nicht zu befürchten ist, also in Gebäuden, wo der Creosotgeruch ausserdem unangenehm sein würde, ferner auch da, wo Feuersicherheit bezweckt wird, daher beim Schiffsbau und bei hölzernen Brückenconstructionen, indem Creosot die Verbrennlichkeit vermehrt, Zinkchlorid auf Unverbrennlichkeit hinwirkt. Das Creosotiren ist auch ziemlich allgemein eingeführt bei der Köln-Mindener, Aachen-Düsseldorfer, Oberschlesischen und Ost-Eisenbahn. In England zeigen vor 20 Jahren gelegte, creosotirte Schwellen von einheimischem und amerikanischem Nadelholz noch keine Spur von Fäulniss. Zum Imprägniren dient das fälschlich sogenannte Creosotöl, erhalten durch Destillation des Leuchtgastheers; dabei werden gewonnen:

1. in der Hitze von 80 bis 140 Grad Celsius rohes Naphta, welches leichter als Wasser ist und bei der Rectification mittelst Wasserdampf in einer Temperatur von 80 bis 100 Grad Celsius Benzin, von 140 Grad C. raffinirte Naphta liefert, die zur Auflösung von Kautschuk (India rubber) dient, 2. bis 180 Grad C. erhält man Brenn-Naphta, 3. bei grösserer Hitze die schweren Oele, während der Rückstand Pech bildet, der zur Briquettefabrikation dient. Die Oele werden zum Imprägniren der Hölzer benutzt, sie enthalten Carbolsäure (Phenylsäure, Phenyloxydhydrat = $C_{12}\ H_5\ O + HO$), welche ähnlich wie Creosot ($C_{24}\ H_{14}\ O_5$ nach Gottlieb, $C_{26}\ H_{16}\ O_4$ nach Wöhler) antiseptisch wirkt und sich mit dem Albumin des Zellengewebes in den Hölzern verbindet; ausserdem hüllen die schweren Oele die Holzfaser ein. Am meisten Carbolsäure wird aus der Cannelkohle von Wigan, bis 14 Procent, gewonnen, aus der Kohle von Newcastle nur 5 Procent; überhaupt je gasreicher die Kohle, desto mehr Ausbeute an Carbolsäure liefert der Theer. Die Oele werden durch Einleiten von Wasserdampf oder

35) Vogt a. a. O.

besser durch Erhitzen mit Wasserdampf auf 40 bis 50 Grad C. in einen zum Imprägniren geeigneten Flüssigkeitszustand gebracht. Man benutzt einen cylinderischen Kessel von starkem Eisenblech, 1,255 bis 1,883 Meter im Durchmesser, 9,416 bis 25,736 Meter lang, welcher einen Druck von 15 Kilogramm auf den Quadratcentimeter aushalten kann; die Hölzer werden zuvor 3 bis 12 Monate lang aufgestapelt, um sie auszutrocknen, wobei man darauf sehen muss, dass sie keine Risse bekommen. Dieselben werden in den Kessel gebracht, dieser alsdann geschlossen, und demnächst wird mittelst einer Luftpumpe, welche ein Vacuum von 5 Centimeter Quecksilber hervorbringt, der Kessel ausgepumpt, demnächst werden die Oele eingelassen und nöthigenfalls giebt man Druck mit der hydraulischen Presse von 9 bis 11 Kilogramm auf den Quadratcentimeter. Man rechnet bei Eisenbahnschwellen 110 bis 130 Kilogramm Oel auf den Kubikmeter Kiefernholz, bei Seebauten 145 bis 160 Kilogramm und erreicht je nach der Consistenz des Oeles diesen Gehalt der Schwellen an Oel, den man durch Verwiegen controlirt, oft in einer Stunde, oft muss man den Druck 20 Stunden lang wirken lassen. Starke und harzige Hölzer sollen schwer zu imprägniren sein und selbst schwache Hölzer nehmen bei fünfstündigem Druck von 10 Atmosphären und 80 Grad Temperatnr nicht über 300 Kilogramm Creosot auf den Kubikmeter auf, durchschnittlich absorbiren Bauhölzer von Tanne 168, unbeschlagene Eichenstämme 217 Kilogramm. Am besten soll man so verfahren, dass man die Hölzer an einem Ende des 9 Meter langen, 1,2 Meter weiten Imprägnationskessels frei in die Luft treten lässt und dann am anderen Ende unter 4 bis 5 Atmosphärendruck Creosot einpumpt, bis dasselbe am freien Ende continuirlich abfliesst[36]).

Das Creosotiren der Hölzer[37]) ist auf der Steinkohlengrube bei Ibbenbüren (Westfalen), den Braunkohlengruben bei Weissenfels (Provinz Sachsen) und auf den Erzgruben bei Kamsdorf (Provinz Sachsen) zur Anwendung gelangt und hat sich gut bewährt, wenn auch hier überall der starke Geruch, wenigstens im Anfang der Verlagerung der Hölzer, wahrgenommen wurde, welcher namentlich in Steinkohlengruben, deren Flötze zur Entzündung neigen, wegen seiner Aehnlichkeit mit dem Geruch der Brandgase nachtheilig werden kann. Boucherie will übrigens gefunden haben[38]), dass die Carbolsäure nur auf die in den Zellen enthaltenen albuminösen Stoffe wirkt, aber das Gewebe des Holzes wenig angreift; sie soll sich durch Wasser wieder aus dem Holze entfernen lassen, folglich ihre antiseptische Kraft von geringer Dauer sein. Um die leichte Entzündlichkeit creosotirter Hölzer zu vermeiden, mischt man das Creosot mit Natronlauge und imprägnirt mit Creosotnatron, welches gleiche Wirkung

[36]) Der Civilingenieur. Leipzig 1872. Litteraturblatt. S. 63. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl und Wimmer. Leipzig 1879. S. 279.

[37]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17B. S. 63; Bd. 23B. S. 99.

[38]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1874. S. 442.

wie das reine Creosotöl haben soll[39]). Derartig mit Creosotnatron imprägnirte Nadelhölzer haben auf sächsischen Braunkohlengruben zunehmende Verwendung gefunden, da sich deren vier- bis fünffache längere Dauer, als die von ungetränkten Hölzern bestätigt und der Geruch eine nennungswerthe Belästigung der Arbeiter nicht herbeiführt[40]). Krug bearbeitet die Hölzer mit Creosotnatron, indem er die vorher zugeschnittenen Hölzer senkrecht möglichst dicht in ein Bassin von Eisenblech setzt, welches mit einem Deckel verschlossen ist; in dieses Bassin wird die Lauge so lange eingeleitet, bis es zu drei Vierteln gefüllt ist, worauf Dampf eingeführt wird, wodurch die Flüssigkeit ins Kochen gebracht und durch das zuströmende Condensationswasser vermehrt wird, so dass die Flüssigkeit allmälig zum Ueberfliessen gelangt. Nach Erreichung dieser Periode wird der Dampf abgestellt, die Hölzer verbleiben noch einige Zeit in der Lauge, worauf diese abgezapft wird und die Hölzer durch direct eingeführten Dampf abgespült werden[41]).

In Oesterreich wird das Verfahren von de Paradies, welcher die Hölzer mit Dämpfen von Creosot, Carbolsäure oder Naphtalin behandelt, sehr empfohlen, indem dem Holze dadurch jede hygroskopische Eigenschaft genommen wird; es sollen sogar überständige oder selbst in der Zerstörung begriffene Hölzer durch dieses Verfahren noch conservirt werden können[42]).

p) In ähnlicher Weise, wie das Creosot, wird das bei der Destillation der Braunkohle gewonnene Paraffin in rohem Zustande zur Imprägnirung der Hölzer empfohlen[43]).

Auf der Grube von der Heydt bei Saarbrücken[44]) hat man mehrere Thürstockgeviere nebst Schwellen aus verschieden präparirtem und nicht präparirtem Eichen- und Nadelholz an einer Stelle eingebaut, um den Werth der Imprägnirung zu constatiren, es wurde Steinkohlentheeröl, Zinkchlorid, Quecksilberchlorid angewendet. Die Creosotirung der betreffenden Hölzer war in der Imprägnirungsanstalt der Köln-Mindener Eisenbahngesellschaft in Minden bewirkt worden; die Imprägnirung mit Zinkchlorid erfolgte bei der damaligen Königl. Hannover'schen Eisenbahn zu Göttingen unter 8 bis 10 Atmosphären Druck mit $^1/_{50}$ Zinkchlorid von 56 Grad Beaumé bei 14 Grad R., so dass die Mischung bei derselben Temperatur 2 Grad Beaumé wog; die Imprägnirung mit Doppel-Chlorquecksilber geschah in der Anstalt der Hessischen Ludwigsbahn zu Gustavburg bei Mainz, wobei die Hölzer

[39]) Zeitschr. für die Paraffin-, Mineralöl- u. Braunkohlen-Industrie. Halle 1875. S. 9. — Dingler polyt. Journal. Bd. 218. S. 370.

[40]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 25B. S. 228; Bd. 26B. S. 374.

[41]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1876. S. 178.

[42]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1877. S. 298. — Dingler polyt. Journal. Bd. 228. S. 189.

[43]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1872. S. 123. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1874. S. 40.

[44]) Zeitschr. f. B-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 11A. S. 255.

wegen einer Ueberschwemmung der Anstalt, statt 9 Tagen wie gewöhnlich, 46 Tage in der Lauge gelegen haben, so dass sie 9 Procent — gegen sonst 5 Procent — an Gewicht zugenommen hatten, nämlich von 571 Kilogramm auf 622½ Kilogramm; die Lösung bestand hier in ½ Kilogramm Sublimat auf 75 Kilogramm Wasser, in welche die Hölzer luftrocken eingelegt wurden. Dem Verfasser lagen Ostern 1876 Abschnitte der sämmtlichen imprägnirten, seit März 1862 eingebauten Hölzer vor und erwiesen sich als völlig unversehrt, während die Nachbarhölzer seit jener Zeit bereits zweimal haben ausgewechselt werden müssen. Bis zum Jahre 1869 und wieder seit 1873 standen die Hölzer in frischem Wetterstrom, während in der Zwischenzeit, wo der Betrieb ruhte, sie von frischen Wettern abgeschlossen waren. Ein Vorzug der einen vor der anderen Imprägnirungsart hat nicht constatirt werden können. Doch steht fest, dass in Steinkohlengruben, namentlich in solchen mit brandigen Wettern, die creosotirten Hölzer wegen ihres starken Geruchs kaum anwendbar sind. — Auch auf der Königsgrube in Oberschlesien hat man im Erbreichschacht No. II. creosotirte Hölzer im Monat März 1863 als ganze Schrotzimmerung bis zur Tiefe von 15 Metern eingebaut, bis wohin bekanntlich in der Regel die Hölzer vorzugsweise der Fäulniss ausgesetzt sind; man hat in den weiteren Teufen nicht imprägnirtes Holz angewendet, weil die Kosten, nämlich 70 Pf. auf den Kubikfuss, zu bedeutend erschienen. Bei einer im Juli 1872 vorgenommenen Untersuchung der creosotirten Hölzer, welche durch Anbohren und Anhauen mittelst der Axt erfolgte, zeigten sich die Hölzer völlig unversehrt, die Farbe der Holzspäne, wie der intensive Geruch zeigten, dass der Creosotgehalt in keiner Weise abgenommen hat. Das nicht präparirte Holz in weiteren Tiefen des Schachtes erfüllte zur Zeit auch noch seinen Zweck, zeigte aber bereits geringere Festigkeit als das creosotirte und lässt auf eine viel geringere Dauerhaftigkeit schliessen.

Nach Beobachtungen auf der Köln-Mindener Eisenbahn und der Hannöverschen Staatsbahn haben von Schwellen aus Kieferholz, mit Chlorzink imprägnirt, nach 21 jähriger Dauer 31 Procent, von gleichfalls mit Chlorzink imprägnirten Eichenschwellen nach 17 jährigem Gebrauche 20,7 Procent, von nicht imprägnirten Eichenschwellen nach 17 jährigem Gebrauche 49 Procent, von Buchenschwellen, mit Creosot imprägnirt, nach 22 jährigem Gebrauche 46 Procent ausgewechselt werden müssen, während die noch in der Bahn verbliebenen, in gleicher Weise behandelten Hölzer vollständig gesunde Querschnittsflächen zeigten. Auf der Kaiser Ferdinand Nordbahn erforderten nicht imprägnirte Eichenschwellen nach 12 jährigem Gebrauche 74,48 Procent Auswechselung, mit Chlorzink imprägnirte Eichenschwellen nach 7 Jahren 3,29 Procent, mit Chlorzink imprägnirte Kieferschwellen nach 7 Jahren 4,46 Procent, mit creosothaltigem Theeröl imprägnirte Eichenschwellen nach 6 Jahren nur 0,09 Procent[45]).

[45]) Dingler polyt. Journal. Bd. 221. S. 186.

Jedenfalls sind die Ansichten über den Werth der verschiedenen Imprägnirungsmethoden je nach dem Gebrauch der bearbeiteten Hölzer getheilt, doch scheint es, als ob die creosotirten Hölzer am längsten der Fäulniss widerstehen[46]).

Auf den Kohlengruben zu Commentry in Frankreich hat man ausgedehnte Versuche[47]) angestellt, welche folgende relative Dauer der verschieden präparirten Hölzer, die der unpräparirten = 1 gesetzt, ergaben:

ohne Präparation	=	1,00
nach Eintauchen in Grubenwasser . .	=	1,40
angekohlt	=	2,44
mit Theer getränkt	=	7,42
mit Kupfervitriol getränkt	=	9,77
„ Eisenvitriol „	=	11,11
„ Creosot „	=	16,36
„ Zinkchlorür „	=	34,00

Ohne Präparation beträgt die durchschnittliche Dauer des Eichenholzes $4^1/_2$ Jahre, des Buchenholzes 2 Jahre, des Fichten-, Kirschen- und Pappelholzes $1^1/_2$ Jahre, des Akazienholzes 6 bis 9 Monate. Von den verschiedenen Theersorten giebt Holztheer den besten Erfolg, doch ist er zu theuer, weniger günstig ist der Theer aus Torf, aber besser, als Steinkohlentheer. Der letztere soll die Haltbarkeit des Eichenholzes wenigstens verdoppeln, die des Fichtenholzes nur um ein Geringes erhöhen, wobei es gleichgiltig sein soll, ob der Theer kalt oder zu 140 Grad C. erhitzt angewendet wird. Versuche mit Eisenvitriol gaben das Resultat, dass Eichenholz, welches unpräparirt schon nach 2 Jahren Spuren der Verwesung zeigte, eine Haltbarkeit von 30 Jahren erlangte. Das Eintauchen der Hölzer 24 Stunden lang in eine Lösung, welche 200 Gramm Eisenvitriol auf ein Liter Wasser enthält, giebt eben so gute Resultate, als längeres Eintauchen und stärkere Lösung; die Einwirkung der Eisenvitriollösung ist gleich stark auf nasses, wie auf trockenes Holz und in gleichem Maasse auf Fichten-, wie auf Eichenholz. Die Kosten der Eisenvitriolpräparation betragen auf den laufenden Meter 0,04 Mark. Mit Rücksicht auf alle in Betracht kommenden Umstände scheint nach diesen Versuchen das Präpariren mit Eisenvitriol am vortheilhaftesten zu sein.

Fayol liefert sehr interessante bildliche Darstellungen[48]) über den Effect der verschiedenen Imprägnirungsmethoden bei den verschiedenartigen Hölzern, auf welche hier nur verwiesen werden kann.

Imprägnirten Hölzern schadet übrigens die spätere Bearbeitung, weil

[46]) Wochenschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin 1878. S. 130.

[47]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1879. S. 443. — Deutsche Töpfer- u. Ziegler-Zeitung. Berlin 1880. S. 12. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 26. p. 146.

[48]) Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. 2 série, t. III. p. 573.

dadurch Flächen blossgelegt werden, die nicht vollständig und wenigstens nicht gut imprägnirt sind, wie die äusserlich dem Drucke ausgesetzten; man hat deshalb für den oben erwähnten Versuch auf der Grube von der Heydt die Hölzer vor der Imprägnirung fertig bearbeitet. Beim Bergbau wird indess das Imprägniren immer Ausnahme bleiben, weil es zu theuer ist und man dann lieber Mauerung oder Eisen anwendet, nur da, wo die Ausmauerung oder die Verwendung von Eisen nicht möglich und das Auswechseln des Holzes mit Schwierigkeiten verbunden ist, z. B. in Schächten, Strecken, Stolln, welche beständig benutzt werden, empfiehlt sich das Imprägniren, so auch bei kleinerem Holzwerk, wie bei Schwellen, Pumpenlagern, Schachtleitungsbäumen u. dgl. m.

II. Allgemeine Grundsätze bei der Zimmerung.

Man hat zu unterscheiden:

1. einfache Zimmerung, welche aus einzelnen selbstständigen Hölzern besteht;

2. zusammengesetzte Zimmerung, bei welcher mehrere Hölzer in Verband gebracht sind; hierbei hat man wieder zu unterscheiden: Haupthölzer, welche den Druck aufnehmen, auf welche der Druck abgeladen wird, Ausfüllungshölzer, welche indess nicht immer nothwendig sind, sie füllen den Raum zwischen den Haupthölzern und dem Gebirge aus und laden den Druck auf diese ab (Verzieh-, Verschluss-, Füllungshölzer, Spliesshölzer, Spitzen, Pfähle).

Man unterscheidet ferner verlorene Zimmerung, welche nur provisorisch die geöffneten Grubenräume aufrecht erhalten und später einem definitiven Ausbau Platz machen soll, und definitive Zimmerung.

Nach der Form gebraucht man das Holz als Stammholz, halbirtes Holz, Kreuzholz und gerissenes Holz; das Stamm- oder Ganzholz dient zu den Haupttheilen der Zimmerung, ebenso zuweilen das halbirte Holz und das Kreuzholz, dieses macht den Uebergang zu dem gerissenen oder getheilten Holze, welches zu den Füllungen benutzt wird; statt des letzteren wendet man, wenn das Holz auf dem Stamm gekauft wird, auch wohl Zweige, Aeste, Gipfelstöcke u. s. w. an. Scheitholz ist kurzes Stammholz und wird ebenfalls zu Füllungen und zur Anfertigung von Pfählen verwendet.

Bearbeitung des Holzes. Als Rundholz benutzt man das Holz namentlich zu Stempeln, fast immer bei Nadelhölzern, wogegen Laubhölzer in der Regel beschlagen werden, besonders wenn eine gewisse Regelmässigkeit erforderlich ist, z. B. in Schächten, in welchem Falle man bei runden Nadelhölzern wohl die Wipfelenden verwendet. Geschnitten (scharfkantig) wird zur eigentlichen Unterstützung wohl nur Laubholz benutzt, gern wegen der Regelmässigkeit und der Entfernung des Splintes bei Eichenholz in Schächten; ganz unentbehrlich ist das geschnittene Holz

bei wasserdichter Zimmerung, wo es sogar behobelt wird; auch zur Schachtzimmerung in Westfalen wird das Holz bisweilen behobelt, weil sich dann die Feuchtigkeit weniger hält, als bei rauhem Holze. Zum geschnittenen Holz gehören auch die Bretter und Bohlen, d. h. Bretter von mehr als 39 bis 52 Millimeter Stärke, welche als Unterlagen, z. B. bei Mauerung, statt gerissener Pfähle bei Abtreibearbeiten dann aber oft behobelt vorkommen; man unterscheidet gesäumte und ungesäumte Bretter. Schwarten sind brettähnliche Stücke, welche beim Kantigmachen eines Stammes entstehen oder die äussersten Seiten beim Zerschneiden eines Stammes zu Brettern bilden. Gerissenes Holz hat den Vorzug fast unversehrter Fasern, geschnittenes hat mehr Regelmässigkeit, glattere Oberfläche, gestattet daher der Feuchtigkeit weniger Halt und dringt beim Abtreiben der geringeren Reibung wegen besser ein.

Als Gezähe sind zu erwähnen: die Axt mit doppelt zugeschärfter Schneide, auch Kaukamm genannt, Fig. 333, und das Beil mit einseitiger

Fig. 333.

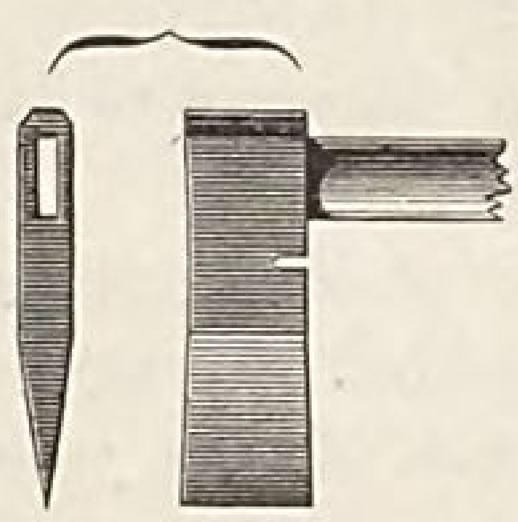
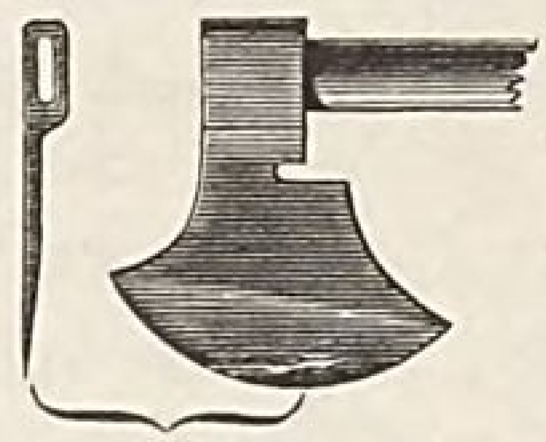


Fig. 334.



Schärfe, Fig. 334, welche beide gewöhnlich mit Einschnitten zum Ausziehen von Nägeln versehen sind, obwohl solche beim eigentlichen Ausbau nicht angewendet werden dürfen; ferner gehören hierher die Säge (Bügel- und Stosssäge), das Sperrmaass, das Loth, die Setzwage, ausserdem werden viele von den Hauergezähen beim Grubenausbau gebraucht.

Zu Verbindungen der Hölzer darf man niemals eiserne Nägel, nur ganz ausnahmsweise hölzerne Döbbel anwenden; sonst stellt man die Verbindungen durch correspondirende Einschnitte, seltener und weniger gut durch Zapfen her. Die Befestigung der Hölzer gegen das Gebirge erfolgt mittel- oder unmittelbar durch Keile; dabei dürfen leere Räume zwischen Zimmerung und Gebirge nicht geduldet, müssen vielmehr durch Berge ausgefüllt werden, nie darf man hierzu altes Grubenholz benutzen, weil es die Fäulniss überträgt.

Die Grösse des Druckes zur Ermittelung der Stärke des zu verwendenden Holzes kann selten berechnet werden, obwohl für den Firstenkasten hierzu Regeln aufgestellt sind; daher ist die Stärke der Zimmerung Sache des praktischen Blicks, nur bei Wasserdruck ist eine Berechnung möglich.

Die Zimmerung ist verschieden nach der Art des zu unterstützenden Grubenbaues und dann wieder nach den Richtungen des Drucks und der Gebrächheit der Massen.

Hiernach hat man getrennt zu behandeln:

1. Zimmerung in Strecken und Abbauen,
2. Zimmerung in Schächten,

denen sich die Abtreibezimmerung anschliesst.

III. Zimmerung in Strecken und Abbauen.

a. Einfache Zimmerung.

Bei der einfachen Zimmerung wirkt jedes Holz für sich, entweder gegen den Druck in der Achsenrichtung des Holzes d. h. als Säule mit der rückwirkenden Festigkeit oder gegen den rechtwinkelig darauf lastenden Druck d. h. als Balken mit der relativen Festigkeit; jene hat man in Sachsen Bolzen, diese Stempel bezeichnet, hier soll, der Ausdrucksweise in den meisten Bergrevieren sich anschliessend, für beides die Benennung Stempel beibehalten, der zweite Fall allenfalls als Firstenstempel bezeichnet werden, welcher mehr nach Art von Kappen belastet wird, übrigens sehr häufig auch Druck aus dem Hangenden gleichzeitig abhalten muss.

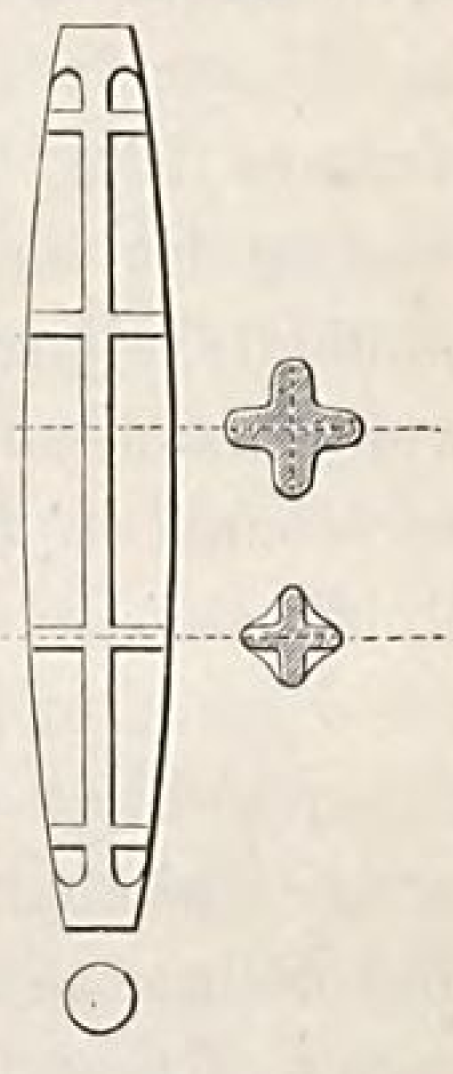
Stempel sind bei der Ausgewinnung plattenförmiger Lagerstätten überaus häufig, besonders in Abbauen; sie sind für sich allein nur anwendbar, wenn die Masse in grösseren Platten drückt, nicht zu gebräch und kurzklüftig ist. Wo nur einzelne Stellen zu stützen sind, sucht man diese durch Beklopfen auf; wo sich das Gestein in ganzen Massen loszieht, wenn es ohne Unterstützung bleibt, setzt man die Stempel ganz regelmässig und reihenweise nach Streich- und Falllinie, besonders in Abbauen, wie die Orgeln beim Abbau der Steinkohlen in Oberschlesien. Am Liegenden stellt man gewöhnlich für den Stempel ein Bühnloch her, während er am Hangenden entweder glatt angetrieben wird, was indess nur räthlich, wenn glatte Fläche vorhanden ist, weil sonst ein Aufspalten des Hirnholzes zu befürchten bleibt, oder mittelst Anpfahl, dessen Fasern der Fläche parallel liegen, also weniger leicht aufspalten, derselbe wirkt zunächst als Keil, kann aber auch dazu dienen, den Unterstützungskreis etwas zu erweitern; zu grosse Länge des Anpfahls ist ganz unnütz, weil sich die Enden doch durchbiegen, ebenso wenig ist es von Nutzen, Pfähle von Anpfahl zu Anpfahl zu legen. Im Allgemeinen steht der Stempel nahe rechtwinkelig zum Hangenden, etwa 5 bis 10 Grad steiler, damit er sich aus Veranlassung des Drucks rechtwinkelig stellen kann. Das ins Bühnloch zu stellende Ende berändert man, schon weil ein solches Loch nach Unten leicht etwas enger wird, dann auch, um das Splittern an der scharfen Kante zu verhüten. Den Firstenstempeln giebt man in Sachsen bei nicht weiten Bauen auf einer Seite, bei weiten Bauen auf beiden eine schiefe Fläche an den Enden, das sogenannte Lange, welches bei 20 Centimeter Durchmesser etwa 20 Millimeter gegen den verticalen Schnitt vorsteht, für

lange Firstenstempel muss die schiefe Fläche mehr geneigt sein, doch steht die Neigung nicht im geraden Verhältniss zur Stärke. Das stärkste Ende des Holzes kommt an den Anpfahl, um für das Bühnloch an Zeit zu sparen; krumme Hölzer sind für eigentliche Stempel verwerflich, bei Firstenstempeln wird die Krümmung gegen den Druck gelegt.

Das Eintreiben des Stempels erfolgt von Oben, beziehungsweise von der Seite her, nur selten von Unten, wo er bei starker Neigung der Lagerstätte nie sehr fest wird, wenigstens muss er dann unten einen Anpfahl oder Fusspfahl erhalten, den man auch in Ermangelung eines festen Bühnlochs bei gewöhnlichen Stempeln giebt; besteht der Fusspfahl aus Halbholz, so höhlt man dies gern aus, damit der Stempel mit breiter Fläche darauf ruhen kann, oder man höhlt den Stempel aus oder schneidet ihn nur ein, damit er sich dem runden Fusspfahl anschliesst (der Stempel „reitet" auf dem Fusspfahl); ähnlich wie ein Anpfahl beim Hangenden kann auch ein Fusspfahl beim Liegenden die Unterstützung vermehren. Ein Stempel ohne Anpfahl und Fusspfahl steht barfuss. Ein gut gesetzter Stempel muss hell klingen und darf nicht zu „stolz" stehen.

Auf der Steinkohlengrube Monkwearmouth[49]) bei Sunderland werden auf einem 1,569 Meter mächtigen, 5 bis 12 Grad geneigten Flötze gusseiserne Stempel mit kreuzförmigem Querschnitt, Fig. 335, angewendet, sie sind 1,491 Meter lang und erhalten hölzerne Anpfähle; man setzt nie mehr als 3 Reihen solcher Stempel vor dem Arbeitsstoss des Strebes, indem nach dem Vorrücken der Arbeit immer die hintere Reihe wiedergewonnen wird, um vorn von Neuem versetzt zu werden. Die Stempel stehen 1,883 Meter von einander, die Reihen 0,942 Meter und werden so geordnet, dass der Stempel in der einen Reihe immer zwischen 2 Stempeln in der vorderen Reihe steht. Besser als diese kreuzförmigen Stempel möchten Röhren aus Gusseisen sein.

Fig. 335.



Auf der Grube Netherton bei Morpeth[50]) werden zur provisorischen Zimmerung gar keine hölzernen, sondern nur gusseiserne Stempel genommen, welche aus zwei gleichen Stücken bestehen, die gegen einander verzahnt sind und durch einen schmiedeeisernen Ring zusammengehalten werden; sollen die Stempel weggenommen werden und liegt der Druck schon darauf, so wird der Ring hinuntergeschlagen und beide Theile des Stempels lösen sich dann sehr leicht.

Auch Greenwell beschreibt derartige Stempel, welche bei 1,255 Meter

[49]) Herold: Der Bergbau im Steinkohlengebirge Englands in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 3B. S. 59.

[50]) Bluhme in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 14B. S. 269.

Länge 50 Pfund wiegen und 60 tons oder 1200 Centner tragen können; sie werden entweder unmittelbar auf das Liegende (the shill) gesetzt, drücken sich dann aber so ein, dass sie mit Winden wieder gewonnen werden müssen, oder sie werden auf 60 Centimeter lange, 20 Centimeter breite, 15 Centimeter hohe hölzerne Klötze (chocks) gesetzt, welche ihrerseits auf einer Unterlage von 47 Centimeter hohem klaren Haufwerk (small rubbish) ruhen.

In Westfalen sind Versuche vorbereitet worden, thönerne Stempel, sowohl runde, wie vier- und sechseckige, bei dem Grubenbetrieb zu verwenden[51]). Ueber den Erfolg des Versuchs liegen Berichte nicht vor.

Die bewegliche Zimmerung oder der Schraubenstiefel (boisage mobile, vis-botte)[52]) auf den Gruben von Anzin, von Dernoncourt daselbst angegeben, dient nur für kurze Zeit, bis der Versatz hergestellt ist, und wird dann wieder beseitigt. Sie besteht in kurzen Stempeln oder Klötzen von Ulmen- oder jetzt von Eichenholz, welche durchbohrt sind und gegen das Zerreissen mit eisernen Bändern umlegt sind, durch den Klotz hindurch geht eine eiserne Spindel mit rechteckigen Gängen, auf welcher sich eine entsprechende Mutter befindet; auf der Spindel ruht oben ein weiches Stück Holz, auf dem ein eiserner Teller befestigt ist, der bestimmt ist, den Anpfahl zu tragen. Indem man die Mutter anzieht, drückt sich der Stempel oben gegen den Anpfahl, unten gegen die Sohle; um das Eindringen in das Liegende zu vermeiden, wird in neuerer Zeit unter den Holzklotz ein eiserner Ring gelegt und mit klarer Kohle ausgefüllt. Diese Art Zimmerung ist bei Flötzneigungen bis 35 Grad versucht und soll angeblich namhafte Ersparungen mit sich führen; bei grösseren Neigungen ist sie wohl kaum anwendbar. Diese Zimmerung gewinnt im nördlichen Frankreich und in Belgien an Ausdehnung. Man erspart dabei wesentlich an Holzkosten, vermehrt die Sicherheit der Arbeiter, diese haben das Holz zur Zimmerung nicht herbeizuschaffen, brauchen viel geringere Zeit zur Unterstützung des Gebirges und können deshalb sich der Kohlengewinnung mehr widmen. In neuerer Zeit lässt Dernoncourt die Schraubenmutter und Schraubenspindel nicht mehr, wie früher, aus Stahl, sondern aus bestem Eisen fertigen.

Reichen Stempel mit Anpfählen zur Begegnung des Druckes nicht mehr aus, so unterfängt man die Gesteinfläche mit Hölzern, Unterzügen (Schalhölzer in Westfalen, Bänke in Saarbrücken), gern aus Halbholz, und unterstützt sie nach Umständen durch mehrere Stempel, welche man in

[51]) Glückauf. Essen 1868. No. 43.

[52]) Fabricius: Die wichtigeren Steinkohlenreviere Belgiens und Frankreichs in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 8 B. S. 179. — Havrez: Mobile Zimmerung in berg- u. hüttenm. Zeitg. v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1864. S. 72. — Dernoncourt: Des vis-bottes in bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. t. XIII. p. 541. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure Bd. 14. S. 45.

Bühnlöcher stellt; auf diese Weise geht man in die zusammengesetzte Zimmerung über, indem man bei noch stärkerem Druck auch Pfähle anwendet; wenn das Liegende schlecht ist, wird auch hier ein Unterzug angebracht. Die Unterzüge liegen immer mit ihrer Achse rechtwinkelig zur Richtung des Betriebs, also in der Falllinie bei streichendem Betrieb und umgekehrt; sie nähern sich bei flachem Fallen den Kappen, bei steilem den Thürstöcken der Thürstockzimmerung.

Wo der Raum für einen Stempel zu hoch ist, wendet man wie z. B. in Wieliczka Schränke oder Schragen an, rechtwinkelig sich kreuzend über einander gelegte Stämme, deren Zwischenräume mit Bergen ausgefüllt werden, Fig. 336; an anderen Stellen bringt man die Hölzer in eine Art Blockverband und füllt den inneren Raum mit Bergen, Fig. 337. Diese

Fig. 336.

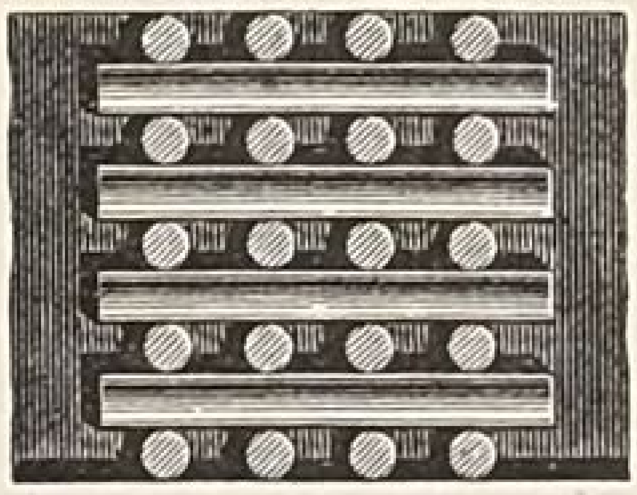
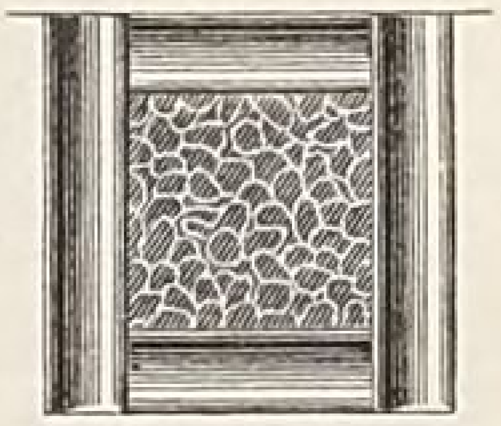


Fig. 337.



Unterstützungen fassen eine grössere Fläche, kosten aber viel Holz. Solche Schränke, aber viel weniger hoch, kommen auch in Sinkwerken zur Unterstützung des Himmels vor (sog. Unterbilds- oder Stützkasten)[53]), indem runde Stämme von 15 bis 60 Centimeter Durchmesser kreuzweise, scheiterhaufenartig über einander und je nach dem Drucke dicht an einander oder mit Zwischenräumen gelegt werden; der dichte Anschluss an den Himmel wird dadurch erreicht, dass man die oberste Lage aus Schwarten bildet, deren Dimensionen man nach Bedürfniss auswählen kann. Auch bei dem Steinkohlenbergbau in England hat man Aehnliches[54]). Bei dem Pfeilerabbau auf der Victoria-Grube in Yorkshire[55]) werden zur Verhütung des Druckes zwischen den Stempelreihen 3 Holzstösse aus 60 Centimeter langem, 15 Centimeter im Quadrat starkem Holze bis zum Hangenden aufgeführt, welche mit dem Vorrücken des Abbaustosses von hinten her mittelst Haken wieder gewonnen werden. Auf dem Bergwerk Kirkless Hall[56]) setzt man in Ermangelung von Bergen Pfeiler aus kreuzweis über einander gelegten 60 Centimeter langen Hölzern in 60 Centimeter Entfernung von einander

[53]) Huyssen: Der Salzbergbau in den Salzkammergütern in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 2B. S. 29. — Hailer: Der Salzbergbau zu Berchtesgaden, ebenda Bd. 4B. S. 82.

[54]) Leuschner ebenda. Bd. 26B. S. 74.

[55]) Busse: der Steinkohlenbergbau Englands, ebenda, Bd. 6B. S. 89.

[56]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt: Der Steinkohlenbergbau in England und Schottland; ebenda Bd. 10B. S. 31. S. 36.

zur Sicherung des Abbaustosses. Auf der Grube Monkwearmouth werden beim Strebbau (long wall works) derartige Pfeiler aus 0,942 Meter langen, 20 bis 26 Centimeter starken Hölzern in Entfernungen von 5,649 bis 7,533 Meter und in zwei Reihen alternirend auf etwas Kohlengrus gesetzt, wodurch theils der Druck allmälig von dem Holze aufgenommen, theils die Wiedergewinnung erleichtert wird. Bei der Eisensteingewinnung der Dundyvan Iron Compagnie bei Gartsherrie werden zur Vermeidung eines zu grossen Drucks an den Kreuzungspunkten der Förderstrecken mit den Diagonalen Pfeiler aus horizontal und kreuzweis über einander und dicht nebeneinander gelegten vierkantigen Hölzern von 1,883 Meter Länge bis zur Höhe von 1,569 Meter gebildet. Derartige Mittel bedingen indess eine söhlige oder fast söhlige Unterlage.

b. Zusammengesetzte Zimmerung.

Während also durch die einfache Zimmerung einzelne Stellen des Gebirges vor dem Hereinbrechen geschützt werden sollen, unterstützt die zusammengesetzte Zimmerung Flächen und hat je nach den Umständen ein, zwei, drei oder vier Flächen zu sichern; die Sicherung einer Fläche kommt fast nur hinsichtlich der Firste vor und zwar bei steil fallenden Lagerstätten, die Firstenzimmerung fällt indess fast ganz und gar mit der Zimmerung der Firstenkasten zusammen, nur dass die letztere auch Berge tragen soll.

Es kann daher unterschieden werden:

1. Zimmerung bei Firstenkasten (ähnlich bei Strossenkasten),
2. Thürstockzimmerung in Strecken mit nahezu seigeren Stössen,
3. Zimmerung in geneigten Strecken oder vielmehr in Strecken auf geneigten plattenförmigen Lagerstätten von nicht grosser Mächtigkeit, so dass das Hangende entblösst wird.

1. Firstenkasten.

Wenn nur der Druck der Berge abzuhalten ist, so bringt man als Firstenkasten eine Zimmerung, ähnlich wie beim Firstenverziehen an. In gehöriger Entfernung von der Sohle werden in gleichmässigen Abständen von einander Stempel angebracht, welche entweder gleich stark sind, oder bei welchen immer ein Hauptstempel mit einem schwächeren Hilfsstempel abwechselt; über diese werden Scheithölzer oder gerissene Stammhölzer in der Weise gelegt, dass das vordere immer das hintere am Ende ein wenig überdeckt, auf diesen Deckhölzern lagern alsdann die Berge, Fig. 338 und 339. Bisweilen erhalten die Stempel noch Anpfahl oder auch Fusspfahl, wird das Hangende etwas brüchiger, so verlagert man den Anpfahl. Um bei einem steilstehenden, ausgekehlten Stempel das Zurückspringen zu verhindern, bedient man sich des s. g. Bocks, eines etwa 78 Millimeter langen Pflocks (a in Fig. 340), für den man einen Spahn aus dem Anpfahl

nimmt, damit der Pflock zur Befestigung des Stempels eingekeilt werden kann.

Bei mächtigen Gängen, wie zu Marienberg, Ehrenfriedersdorf, wendet man *Sparrenzimmerung* an, was aber nur bei steilem Fallen angeht, weil sonst ein Sparren mehr als der andere zu tragen hat; man stellt die

Fig. 338.

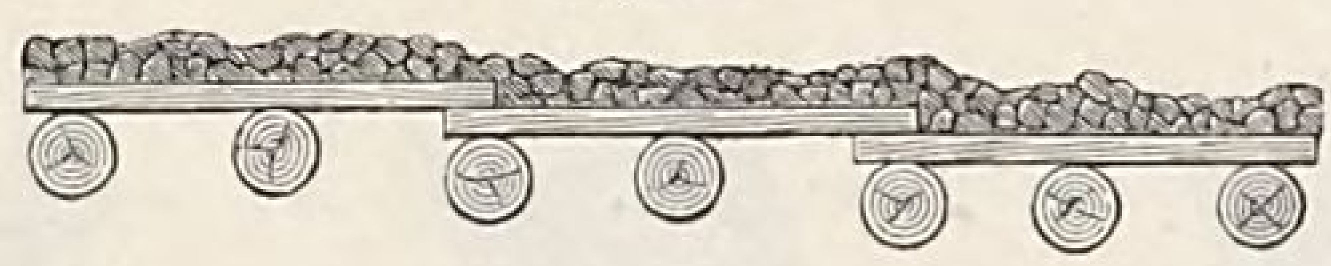


Fig. 339.

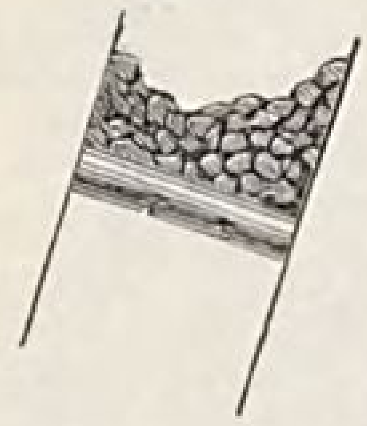
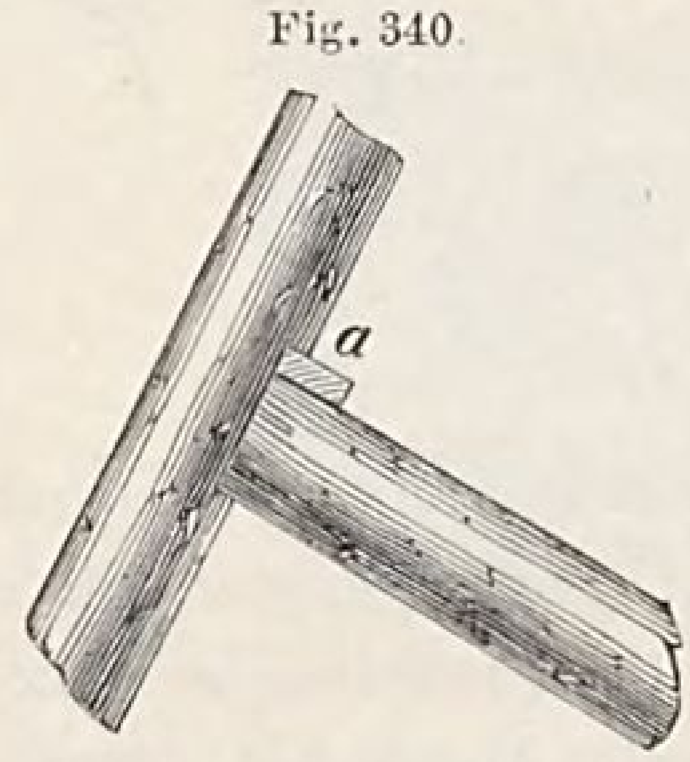


Fig. 340.



Sparrenstempel, Fig. 341 und 342, so, dass die Höhe des Dreiecks gleich einem Viertel der Grundlinie ist; die Stempel werden barfuss gesetzt, müssen, wo möglich, gleich lang sein und erhalten zwischen sich in der Sparrenfirste ein 78 Millimeter starkes *Richtbrett*, durch welches mehrere Sparrenpaare zu einem Ganzen vereinigt werden. Ueber die Sparren werden wiederum gerissene Hölzer und darauf die Berge gelegt.

Fig. 341.

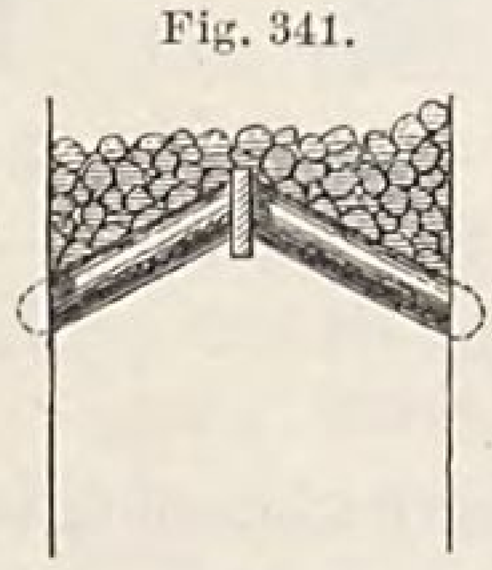
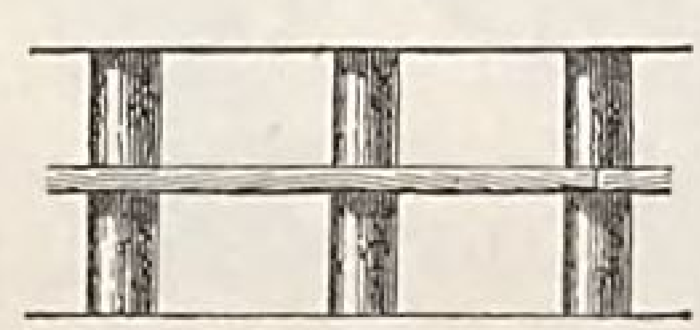


Fig. 342.



Bei grösserem Druck und ansehnlicher Mächtigkeit giebt man dem Firstenkasten Verstärkungen: durch *Streben*, welche die Stempel gegen einen oder beide Stösse abspreizen, Fig. 343 und 344; durch *Bolzen*, welche die Stempel gegen die Sohle absteifen, durch *Unterzüge* und *Bolzen*, welche in gleicher Weise den Druck in die Sohle verpflanzen; nöthigenfalls werden die Bolzen auf Grundschwellen gesetzt und wiederholt, wenn die Strecke sehr breit ist.

Bei flach fallenden Gängen ist auch oft eine Seite zu verwahren durch das s. g. *Stossverschiessen*, welches ganz ähnlich wie das Verziehen der Firste erfolgt, nur dass die Stempel aufgerichtet stehen.

Wenn bei dem Firstenkasten zwei Seiten zu verwahren sind, so geschieht dies entweder durch Kastenschlag mit Anpfählen und Unterzügen oder durch Thürstockzimmerung. Die Stempel sind gewöhnlich mit Anpfahl, c in Fig. 345, verbunden; um mehr Halt zu geben, kommt, wenn auch nicht bei jedem Stempel, das Streblager b dazwischen; da das

Fig. 343.

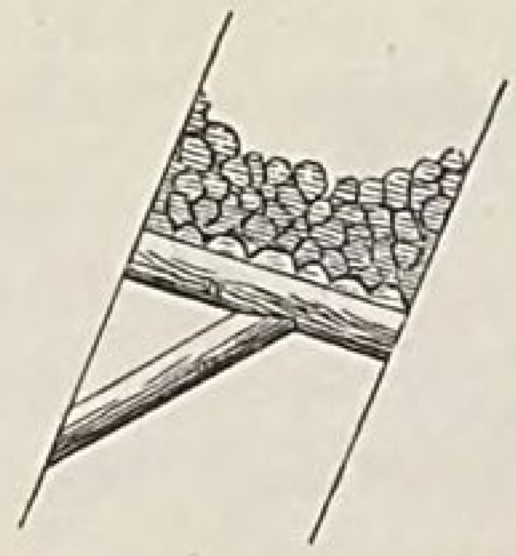


Fig. 344.

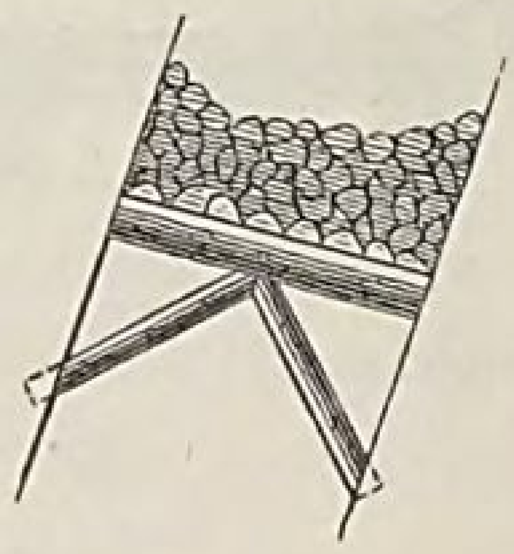
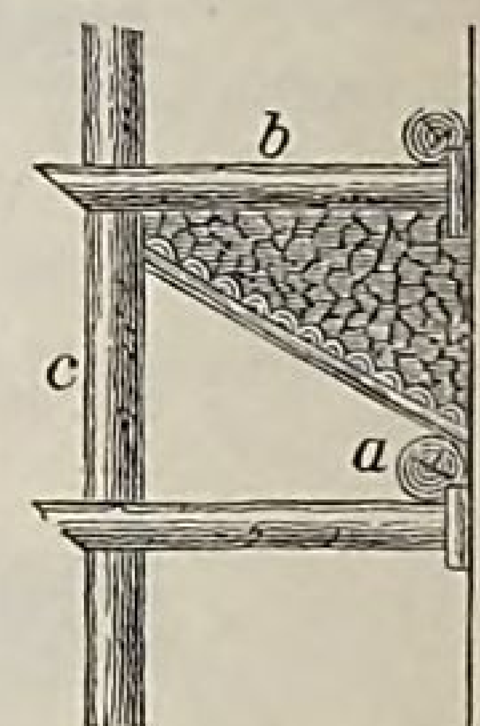


Fig. 345.



Liegende einen bedeutenden Druck auszuhalten hat, so liegt unter allen Stempeln ein Unterzug a, der auf dem Streblager ruht, über den Stempeln befindet sich der gewöhnliche Verzug. Wenn der Bau eine grössere Weite von 4 und mehr Meter hat, wird der Stempel noch in der Mitte durch

Fig. 346.

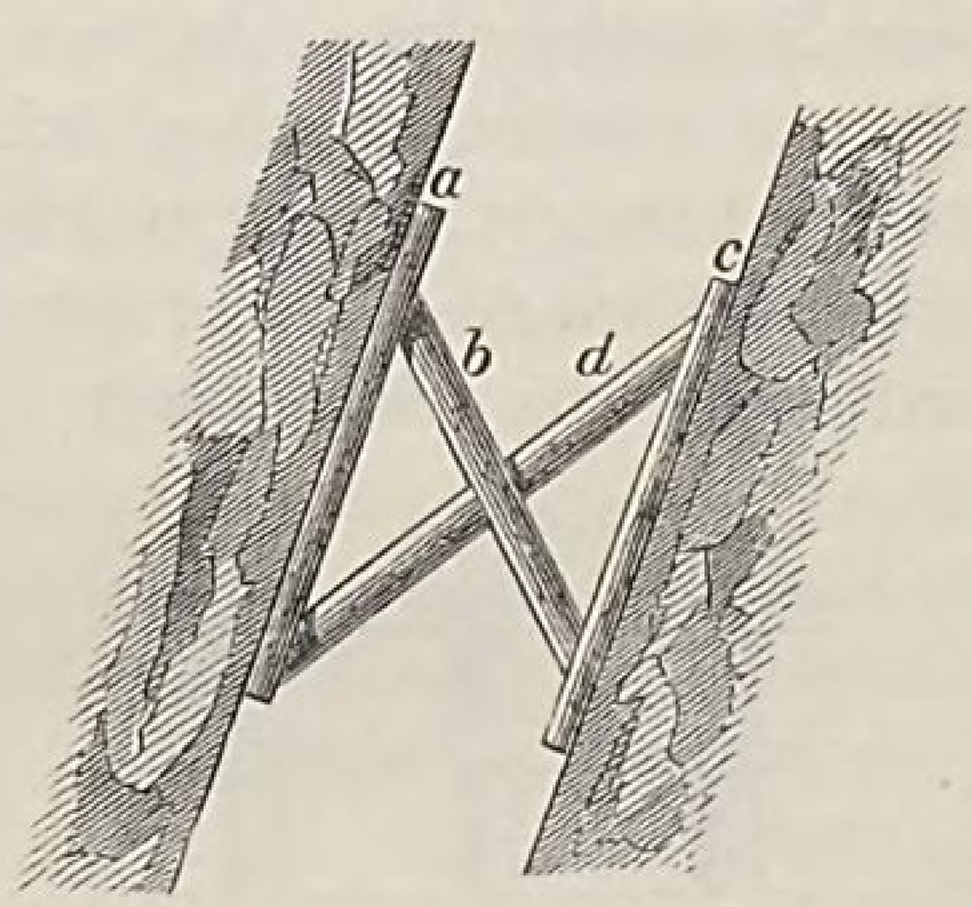
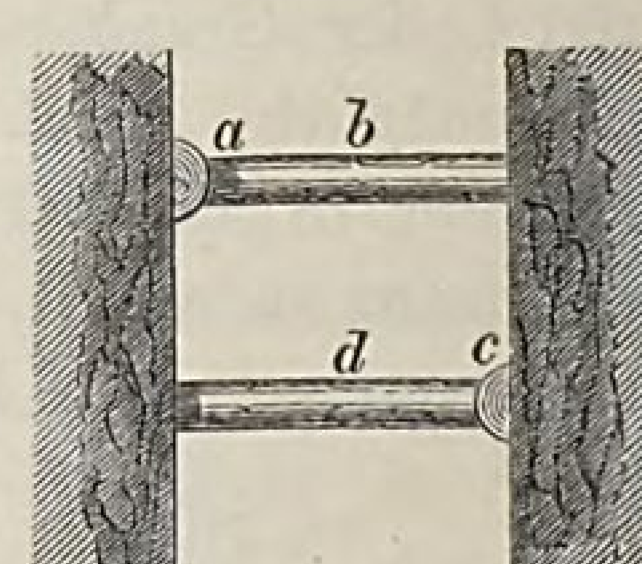


Fig. 347.



Bolzen abgesteift, welche auf Grundsohlen stehen, oder auch durch Streben mit Unterzügen, welche ihrerseits durch Bolzen unterstützt werden, die s. g. Streblagerzimmerung.

Wenn man ein Verschieben der Länge nach befürchtet, so steift man die Stempel und Anpfähle durch Einstriche ab, welche Verbindung von Stempel, Bolzen u. s. w. man am Harze Stempelzug nennt. Eine andere Unterstützung von zwei Seiten ist die am Harze vorkommende Kreuzzimmerung aus Anpfählen ac in Fig. 346 und 347 und Stempeln bd bestehend, welche abwechselnd am Hangenden und Liegenden liegen.

2. Thürstockzimmerung.

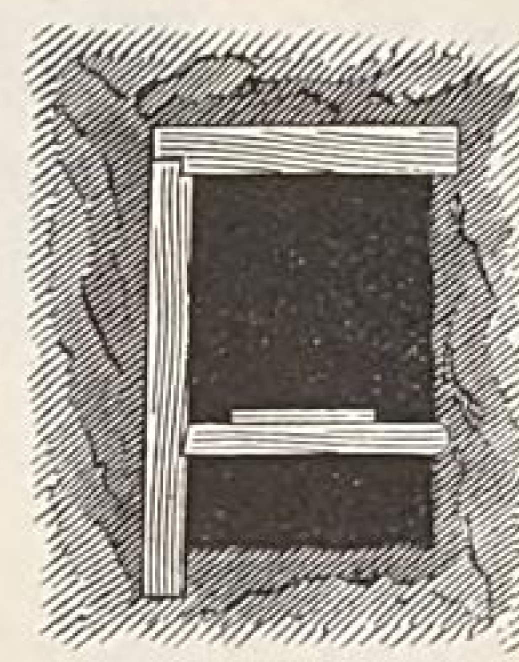
Die Thürstockzimmerung ist überall anwendbar, wo die Strecke einen rechteckigen oder trapezoidalen Querschnitt bekommt mit horizontaler Firste und Sohle und seigeren oder nahe seigeren Stössen; sie eignet sich also für regelmässige Baue, die jedoch eine gewisse Weite nicht übersteigen dürfen.

Ganze Thürstockzimmerung besteht aus der Kappe a und den Thürstöcken bb in Fig. 348, welche noch vervollständigt wird durch

Fig. 348.



Fig. 349.



die Schwelle oder Grundsohle, wodurch das Gezimmer dann einen geschlossenen Rahmen bildet. Halbe Thürstockzimmerung, Fig. 349, tritt ein, wenn der eine Stoss fest ist, dann liegt in diesem die Kappe im Bühnloche. Die Kappenzimmerung allein ohne Thürstöcke ist verhältnissmässig selten, die Kappe wird dann in beide Stösse eingebühnt. Wo Förderbahnen über offener Wasserseige laufen, kommt noch eine Spreize hinzu, durch welche zugleich die Thürstöcke unten gegen einander abgespreizt werden.

Man hat ferner noch zu unterscheiden: gewöhnliche Thürstockzimmerung, bei welcher die Thürstöcke senkrecht oder nahe senkrecht stehen, Sparrenthürstockzimmerung, wo die Thürstöcke nicht durch die ganze Streckenhöhe gehen, also nicht auf der Sohle, sondern in den Stössen der Strecke aufruhen.

Die Verbindung zwischen Thürstöcken und Kappe beruht theils auf Herkommen, theils richtet sie sich nach der Art des Drucks; man hat das Zusammenblatten, das Einkehlen (nur bei runden Hölzern), das Zusammenzapfen.

Das Zusammenblatten erfolgt, wie aus Fig. 350 ersichtlich, wo a und d Eingeschneide, b Gesicht, c Kopf, e Platte heissen; wenn Seitendruck vorhanden ist, dürfen die Einschnitte nicht zu flach sein, sie müssen stets genau aufeinander passen, bei Rundholz wird das Gesicht wohl etwas ausgekehlt. Wenn der Hauptdruck auf der Kappe ruht, wendet man Fig. 351 an, ruht er auf dem Thürstock, Fig. 352, zwischen denen Fig. 353 eine Mittelform ist; die Verbindung Fig. 354, 355 ist unzweckmässig, Fig. 356 zu complicirt, Fig. 357 schwer herzustellen und verwerflich, weil

das Holz leicht splittert, die Verbindung in Fig. 358, welche auf dem Salzwerk zu Ischl[57]) vorkommt, nähert sich der in Figur 351 dargestellten, bei welcher die Einschnitte etwa 26 Millimeter tief gemacht werden.

Das Aus- oder Einkehlen (Ausscharen, Zusammenscharen) ist einfacher, findet fast nur bei Rundholz statt, indem die Stirnfläche der Thür-

Fig. 350.

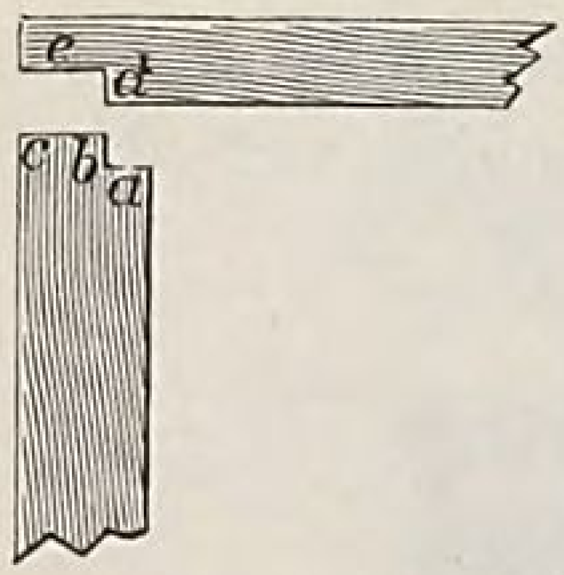


Fig. 351.

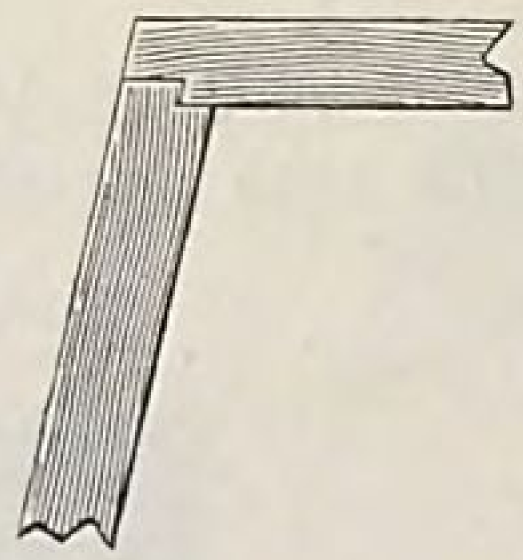


Fig. 352.

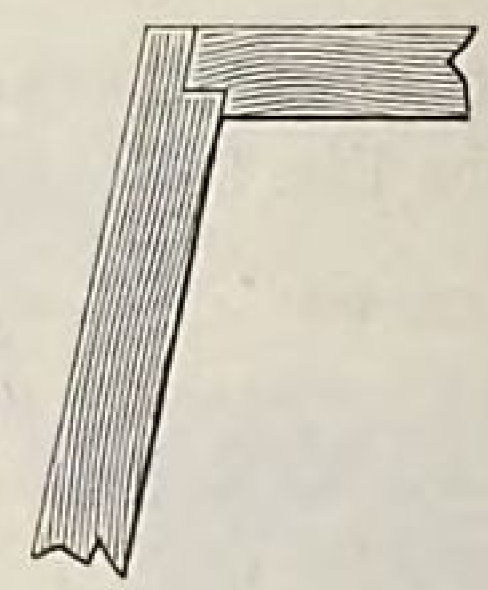


Fig. 353.

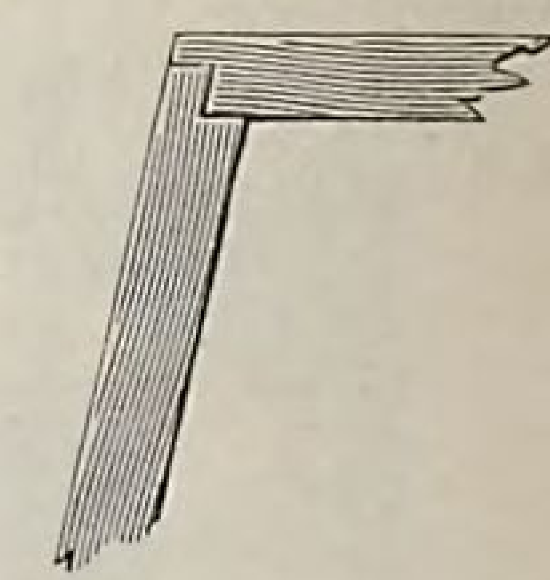


Fig. 354.

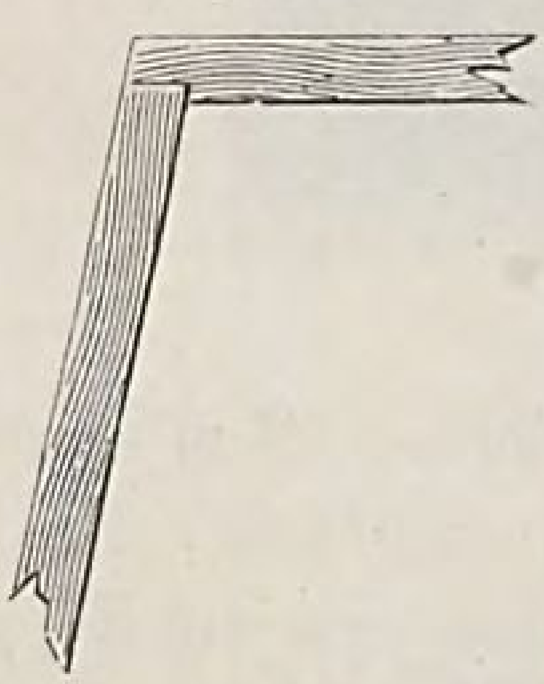


Fig. 355.

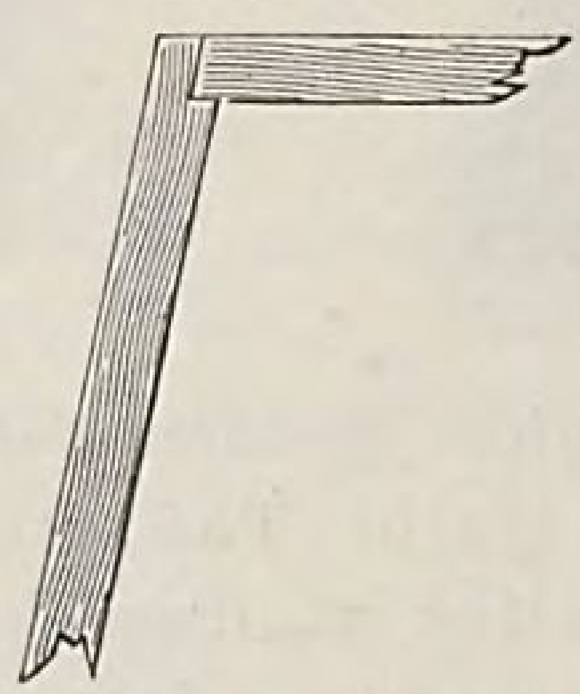


Fig. 356.

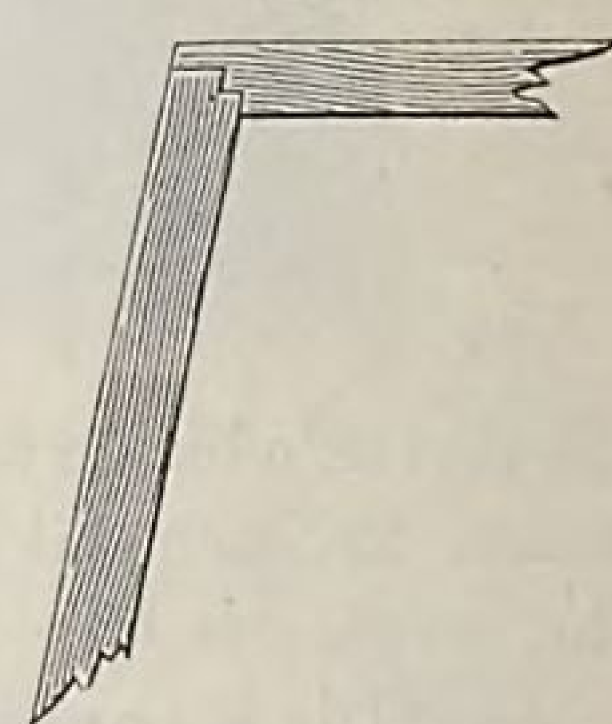


Fig. 357.

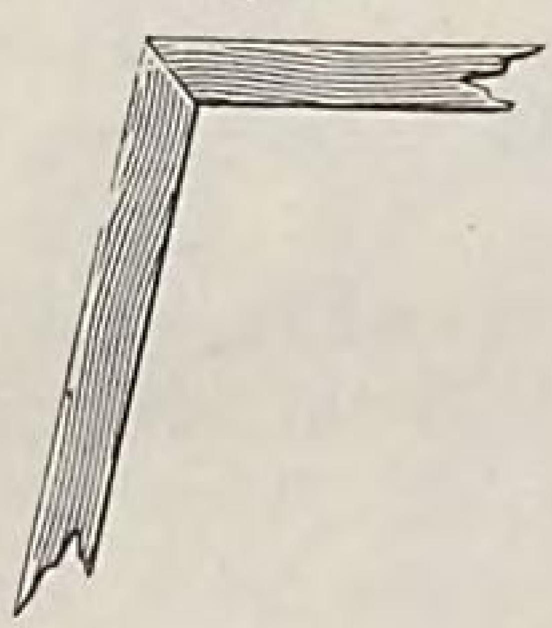
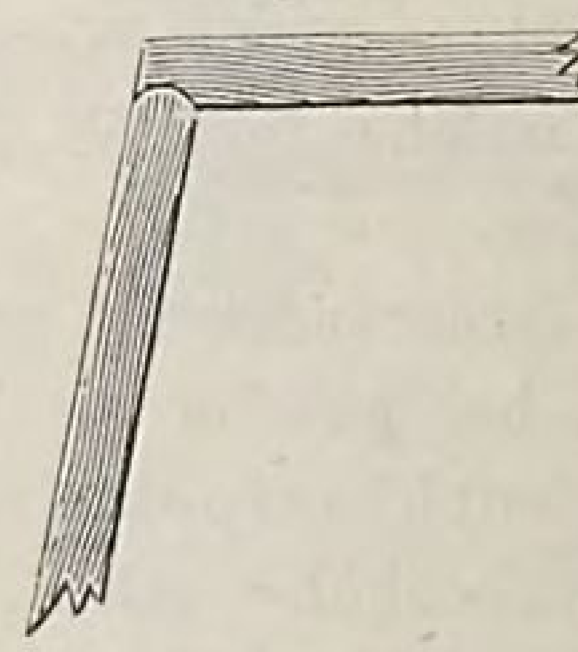


Fig. 358.



stöcke so ausgehauen wird, dass die Rundung der Kappe hineinpasst. Fig. 359 und 360. Der Druck aus der Seite kann bei dieser Verbindung ohne Anwendung besonderer Mittel nicht abgehalten werden, auch gegen Firstendruck ist der Widerstand unvollkommen, weil der Thürstock leicht spaltet; dagegen ist die Verbindung für das Auswechseln bequem, wenn wenig Raum vorhanden ist. Die Mittel zur Sicherung gegen Seitendruck sind: entweder Kappenkeil, Fig. 361, welcher nach dem Setzen des Gezimmers zwischen Kappe und Thürstock eingetrieben wird, oder Vorschlag, Fig. 362, ein Nagel, den man in die Kappe einschlägt, um das Ausweichen der Thürstöcke zu verhindern, oder Kappensteg (Kehlein-

[57]) Huyssen a. a. O. in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 2. S. 28.

strich), ein Holz von 78 bis 131 Millimeter Stärke, welches unter der Kappe zwischen die Thürstöcke getrieben wird.

Die unvollkommenste Verbindung ist das Zusammenzapfen und kommt nur bei beschlagenem Holze vor; der Zapfen wird in der Regel den Thürstöcken gegeben, Fig. 363 und 364, seltener der Kappe.

Bei dem Aufstellen der Thürstockzimmerung ist als Regel zu beobachten, dass man das starke Ende der Thürstöcke nach Oben kehrt und bei gebogenen Hölzern die Biegung nach Aussen; ferner müssen sämmtliche

Fig. 359.



Fig. 360.

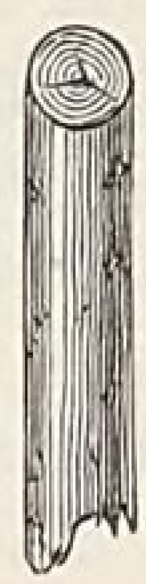


Fig. 361.

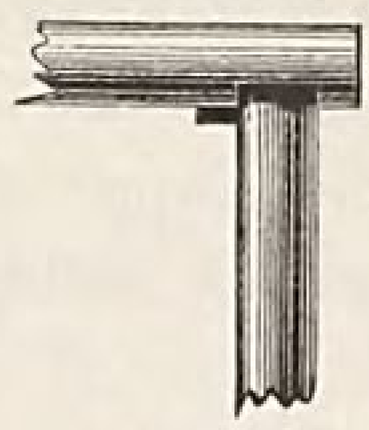


Fig. 362.

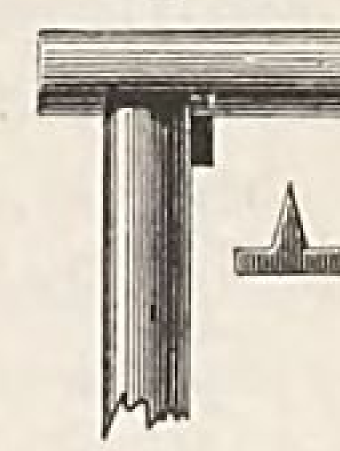


Fig. 363.

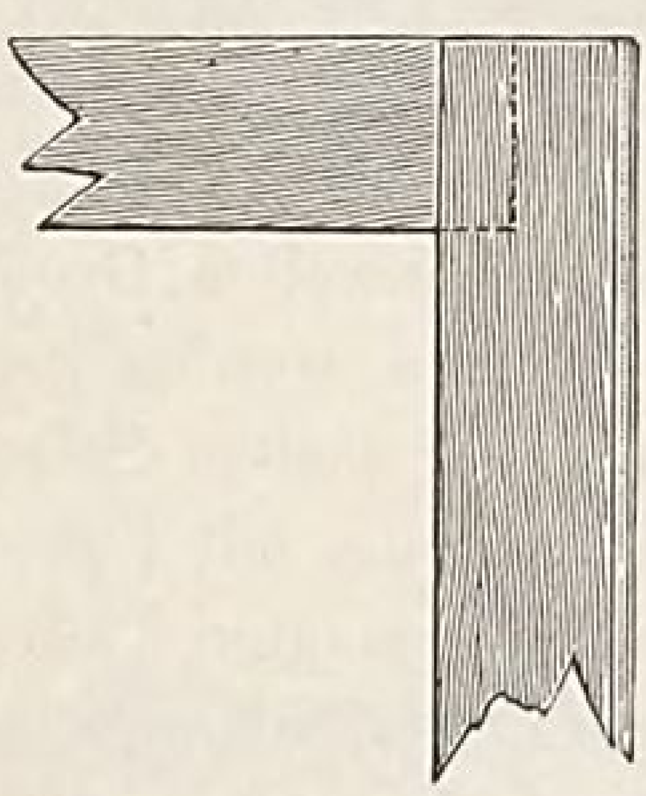


Fig. 364.

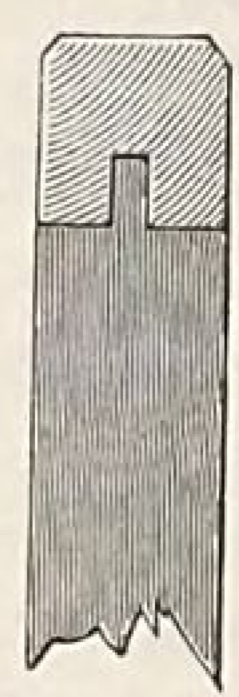
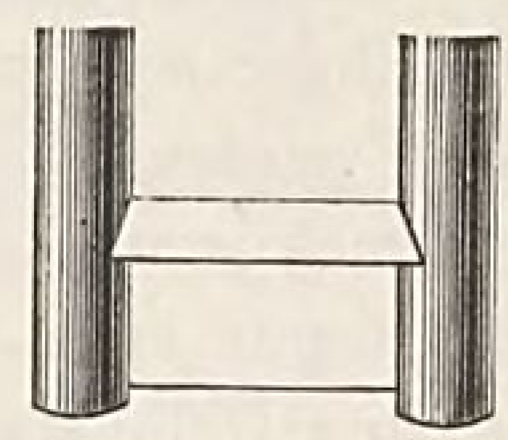


Fig. 365.



Gezimmer in einer Ebene rechtwinkelig zur Achsenlinie der Strecke gestellt werden. Die Thürstöcke stehen entweder senkrecht oder mit einer Neigung nach Innen, diese darf indess bei heftigem Firstendruck nicht zu viel betragen, sie ist gut bei Seitendruck, um das Ausreissen der Bühnlöcher zu verhindern und den Druck tiefer ins Gestein zu bringen. Das untere Ende der Thürstöcke wird etwas berändert, damit sie besser in die Bühnlöcher passen, doch darf dies nie in Zuspitzen übergehen. Die Spreize, welche häufig unten zwischen die Thürstöcke geschlagen wird, muss von Oben niedergetrieben werden und ruht in allmälig nach Oben auslaufenden Einschnitten der Thürstöcke, wird auch wohl etwas ausgekehlt, Fig. 365, selten setzt man noch kurze Bolzen unter die Spreize.

Die Dichtheit des Verzuges richtet sich nach der Beschaffenheit des Gebirges; die Entfernung der Gezimmer beträgt nicht leicht über 1,5 Meter, gewöhnlich 1 Meter. In gebogenen Strecken rücken die Gezimmer an der convexen Seite näher an einander. Auch bei starkem Druck treten sie näher zusammen, bis sie endlich dicht bei einander stehen und ganze Schrotzimmerung gebildet wird. Hierhin gehört die s. g. Stotzenzim-

merung in Berchtesgaden[58]), wo 13 bis 20 Centimeter breite, 75 bis 100 Millimeter starke Thürstöcke nebeneinander stehen und die Kappen immer von der Mitte eines Thürstocks zu der des folgenden liegen; eben solche Zimmerung hat man auch auf den Salzbergen in Oesterreich[59]) mit Thürstöcken aus geschnittenen Hölzern von 15 Centimeter Stärke, aber verschiedener Breite in Ischl, von 10 bis 13 Centimeter Stärke in Aussee, oder aus Halbholz, deren Rundung nach Innen gestellt wird, in Hallein.

Im Allgemeinen beträgt die Stärke der Thürstöcke nicht unter 15 Centimeter, oft bis 39 Centimeter und darüber.

Um ein Thürstockzimmer aufzustellen, haut man zuerst die Bühnlöcher, stellt alsdann die Thürstöcke ein, die man zunächst verloren gegen einander abspreizt, legt die Kappe auf, keilt das Ganze fest, verzieht die Firste oder die Stösse, wo es nöthig ist, mit Pfählen und bringt endlich unten die Spreize an.

Wenn die Sohle gebräch ist, hat man verschiedene Mittel zur Unterstützung. Das einfachste Mittel ist das Einlegen von Brett- oder Bohlenstücken in die Bühnlöcher, wie es auch bei Stempeln vorkommt, um das Eindrücken in die Sohle zu verhindern; hieran schliesst sich bei weicher Sohle das Einstossen von Pflöcken oder Pfählen, in welche Bühnlöcher eingestemmt werden (geschuhte oder gepfropfte Thürstöcke). Bei grösserem Druck wendet man Grundsohlen (Grundschwellen, Grundladen) an. Diese liegen meist den Kappen parallel und werden gern, wie Unterzüge, aus Halbholz genommen, welches mit der flachen Seite aufgelegt wird; die Verbindung erfolgt, wie bei der Kappe oder mit Einschnitten, die in die Schwelle gemacht werden, besonders bei geneigten Thürstöcken, wo die Abschrägung für den Einschnitt zu beachten ist; niemals lässt man die Thürstöcke reiten, damit sie nicht ausrutschen. In anderen Fällen legt man Langschwellen, auf denen die Thürstöcke ruhen, so dass der vollständige Rahmen des Gezimmers nicht hergestellt wird, aber die Vertheilung des Drucks noch grösser ist, als bei den eigentlichen Grundsohlen. Zuweilen verbindet man Grundsohlen mit Langschwellen, oft auch nur so, dass man zwischen die letzteren von Zeit zu Zeit eine Querschwelle legt, um ein Absteifen zu bewirken. Eigenthümlich ist zu Ischl[60]) das Verfahren mit dem s. g. Jöchchen, eingepfalzte Langschwellen, auf denen die Thürstöcke stehen, und welche alle 0,628 bis 1,255 Meter durch Querschwellen (Sparren) abgespreizt werden. Zur noch vollständigeren Begegnung des Druckes kann man auch die Sohle mit Brettern bedecken, welche bei Anwendung von Querschwellen der Quere nach gelegt werden; auch giebt man diesen Brettern noch Kreuzunterlagen.

Die Verstärkung der Zimmerung erfolgt bei weiten Räumen da-

[58]) Hailer, a. a. O. in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 4B. S. 43.

[59]) Huyssen, ebenda, Bd. 2B. S. 28.

[60]) Huyssen, a. a. O. Bd. 2B. S. 28.

durch, dass man unter die Kappe einen Mittelstempel setzt; bei starkem Druck bringt man Langhölzer zu beiden Seiten der Kappe an, welche durch einen Kappensteg und kleine Thürstöcke getragen werden, oder man steift die Kappe durch Streben gegen die Thürstöcke ab, oder bringt Unterzüge unter die Mitte der Kappen, welche durch Stempel getragen werden, zu denen nach Befinden auch ähnliche Hölzer über der Grundsohle hinzutreten, was indess kaum anders als bei Abtreibezimmerung vorkommt.

Endlich unterstützt man die Zimmeruug auch dadurch, dass man ein Gezimmer gegen das andere durch söhlige Bolzen absteift, insofern es nicht schon genügt, durch söhlig angelegte, meist angenagelte Latten zu verankern.

Hierher gehört die sog. englische Zimmerung, welche so uneigentlich bezeichnet wird, da sie in England kaum vorkommt, vielmehr

Fig. 366.

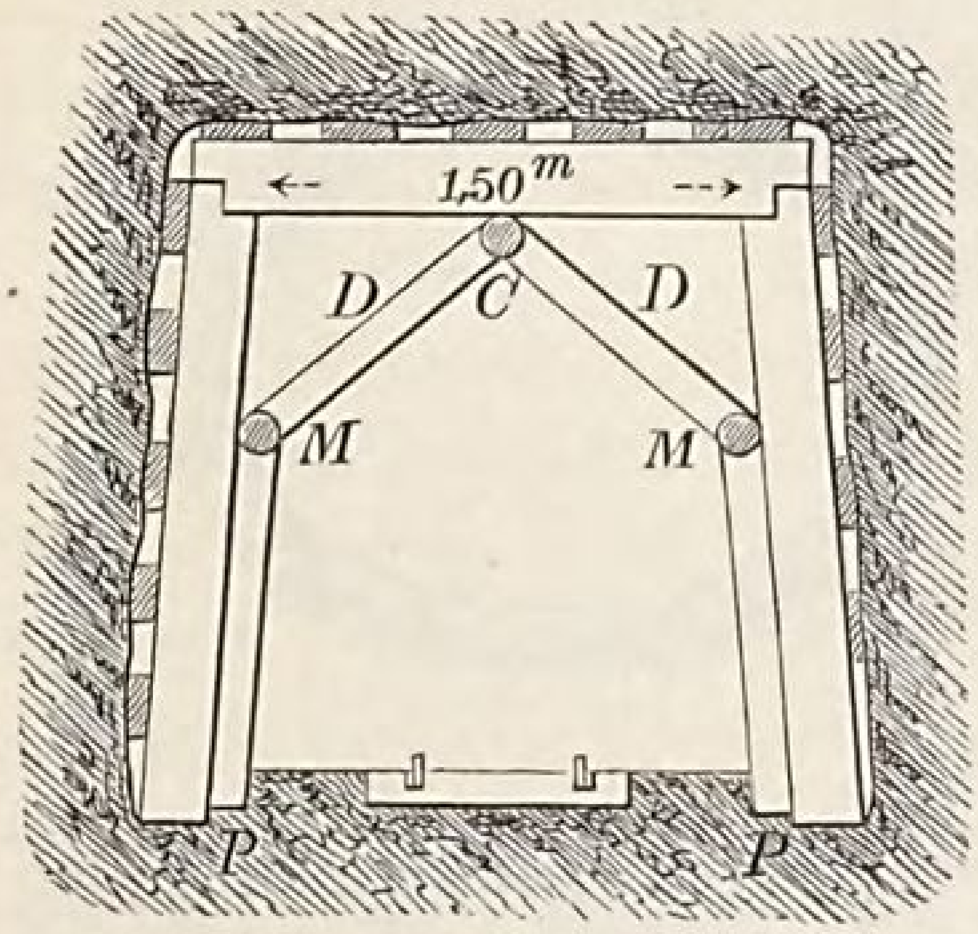
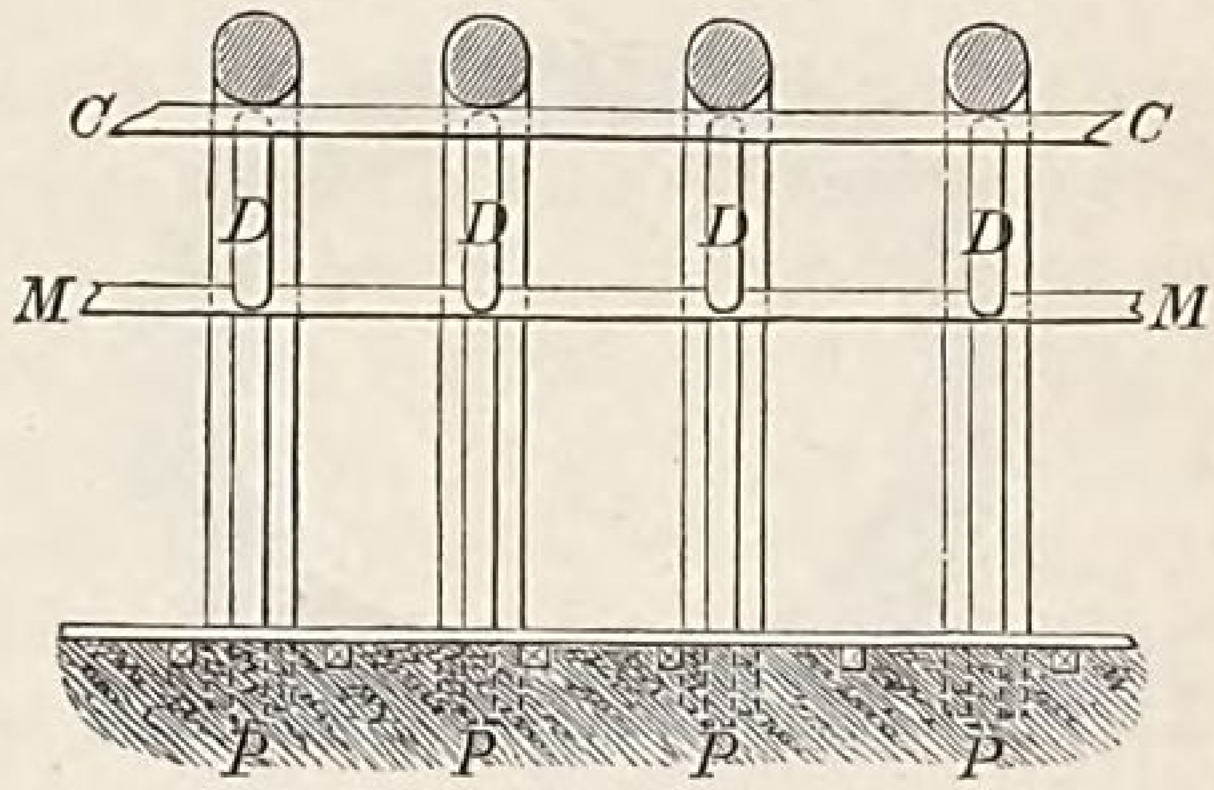


Fig. 367.



im Rive de Gier zuerst und später im Bassin der Loire in ausgedehnterer Weise zur Anwendung gelangte[61]). Dieselbe wird bei sehr starkem Druck eingebaut und besteht in Wesentlichem aus gewöhnlichen Thürstockgezimmern (Fig. 366 Ansicht, Fig. 367 Längsdurchschnitt), deren Kappen durch Unterzüge und Hilfsthürstöcke unterstützt sind. Unter die Kappen werden der Unterzug C und längs der beiden Thürstockreihen die Stempel MM angebracht; die letzteren werden durch die in den Bühnlöchern P der Hauptthürstöcke eingebühnte Hilfsthürstöcke unterstützt, der Unterzug aber wird mittelst der Spreizen D gegen die Stempel MM abgespreizt. In solcher Weise wird das ganze System der Zimmerung zu einem Ganzen verbunden, welches dem verticalen und seitlichen Druck vollkommenen Widerstand leistet. Der Holzverbrauch ist nicht kostspieliger, als bei gewöhnlicher Thürstockzimmerung, da das Holz dünner genommen werden kann.

Als eigenthümliche Formen sind zu erwähnen:

[61]) Bulletin de la société de l'industrie minérale. 2 série, t. III. p. 709.

1. Die geschuhten Thürstöcke werden ganz ohne Kappe als reine Sparren aufgestellt, stehen frei und sind abgesteift, den Haupthalt muss der Tragwerksstempel geben, Fig. 368; sie gewähren schlecht Raum und sind auf flach fallenden Strecken noch am besten. Man wendet sie in Cornwall an, vor 30 bis 40 Jahren noch in Sachsen.

2. Thürstockzimmerung mit Sparrenkappe nach unten, Fig. 369, bringt man wohl bei aufblähender Sohle an.

Fig. 368.



Fig. 369.

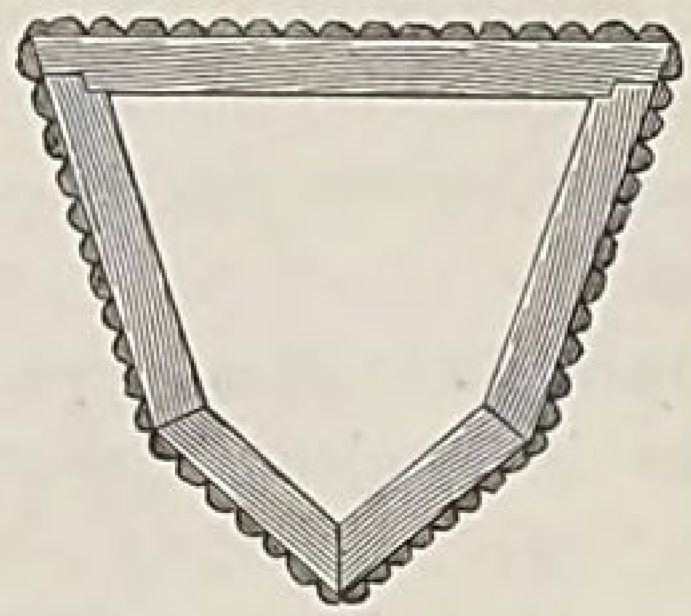


Fig. 370.

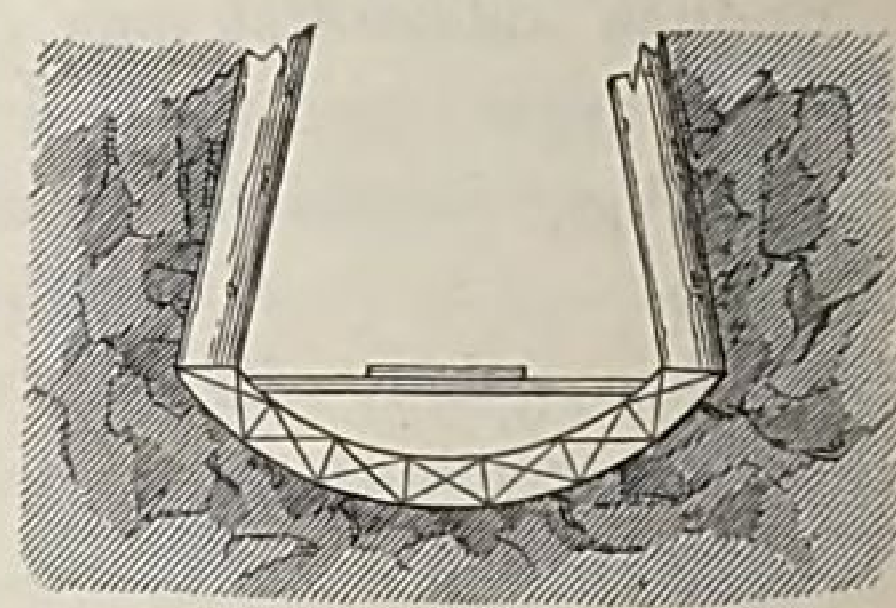


Fig. 371.

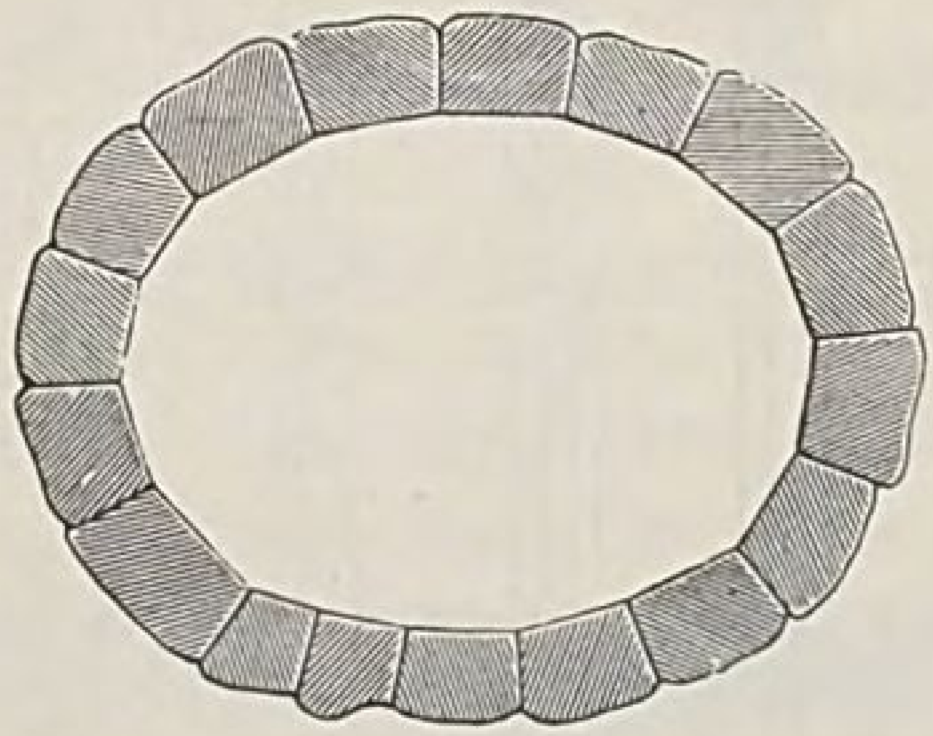
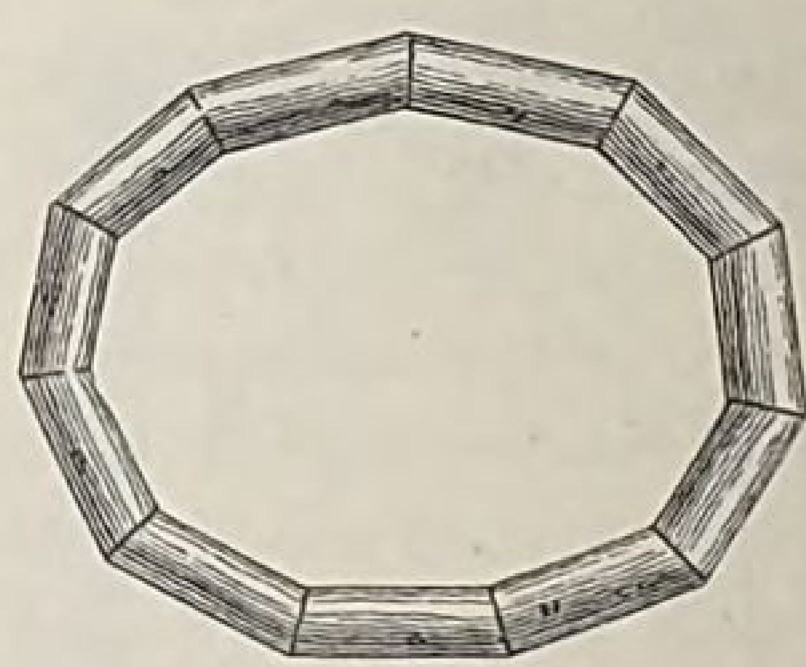


Fig. 372.



3. Sohlengewölbe aus Holz wurde versuchsweise in Berchtesgaden[62]) eingebaut, um die Wasser darin abzuführen, Fig. 370; diese Zimmerung hat sich als vortheilhaft bewährt.

4. Klötzelzimmerung oder Stöckelmauerung, Fig. 371 und 372, macht einen vollständigen Uebergang in Mauerung; seit dem Jahre 1845 wurden Versuche damit zu Hallstadt angestellt, wie diese Zimmerung überhaupt nur beim Salzbergbau anwendbar ist, weil hier das Holz sich conservirt; als Material benutzt man Nadelholz. Diese Zimmerung ist theurer als Mauerung[63]), der sie auch in ihrer Widerstandsfähigkeit gegen den Druck nachsteht, wie die Erfahrungen zu Ischl gezeigt haben. Die Holzfasern liegen entweder in der Richtung des Druckes oder rechtwinkelig darauf; theils hat man einfach neben einander gestellte elliptische Ringe, theils Verband, wie bei Mauersteinen; theils sind die Stöckel an 3 oder 4 langen Seiten, theils auch nur an 2 derselben keilförmig behauen, theils ist rauhes Holz verwendet[64]).

[62]) Hailer, a. a. O. in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 4B. S. 83.

[63]) Huyssen, ebenda. Bd. 2B. S. 28.

[64]) Hartmann, berg- u. hüttenm. Ztg. Freiberg 1848. S. 406.

Zur Sicherung der gebrächen Sohle in Hauptförderstrecken und Füllörtern auf der Steinkohlengrube Dahlbusch (Provinz Westfalen), wo der Druck des heftig aufquellenden Liegenden die wiederholt mit Trassmörtel und Ziegelsteinen aufgeführte Mauerung zerstörte, hat man den Versuch gemacht, die Steinmauer durch eine aus 262 Millimeter langen und 183 zu 183 Millimeter starken eichenen Klötzen bestehende hölzerne Mauer zu ersetzen, was einen guten Erfolg versprach[65]).

Sehr mannigfach sind die Zimmerungen bei Tunnelbauten, die überall den localen Verhältnissen angepasst sind.

In neuerer Zeit wird in grösserem Umfange für diese Zimmerung statt Holz Eisen angewendet. Auf der Fannygrube in Oberschlesien[66]) unterstützte man in der Nähe von Grubenbrand, der durch einen streichenden Damm abgesperrt war, das Dach durch Kappen aus gusseisernen Röhren von 78 Millimeter Durchmesser und 13 Millimeter Wandstärke, welche in 78 Centimeter Entfernung von einander eingebaut und mit 10 Millimeter starken, 65 Millimeter breiten schmiedeeisernen Pfählen überdeckt wurden. Auch an anderen Stellen in Schlesien wendet man derartige Röhren als Stempel an; um die Röhren nach ihrer Wiedergewinnung auch als Wasserhaltungsröhren benutzen zu können, werden sie mit Flantschen versehen[67]). — Auf der Steinkohlengrube Dudweiler bei Saarbrücken[68]) sind an einer sehr druckhaften Stelle in ausziehenden Wettern vier Thürstockgeviere eingebaut, deren Thürstöcke aus Gusseisen, deren Kappen aus alten Schienen bestehen, welche die Tragkraft von 20 Centimeter starken Eichenholz haben. Die gusseisernen Thürstöcke besitzen die Querschnittsform der Vignoleschienen, die schmale gegen den Stoss gekehrte Seite ist 65 Millimeter breit, 13 Millimeter stark, die Mittelrippe 78 Millimeter hoch, die innere Seite 105 Millimeter breit und 15 Millimeter dick; die Kosten verhalten sich gegen die für Holz wie 7 : 3, doch ist die Haltbarkeit jedenfalls grösser, welche aber im vorliegenden Falle nicht erprobt werden kann, weil der eiserne Ausbau an Stellen ohne Gebirgsdruck steht.

In Förderstrecken mit starkem Druck auf den Gruben des Erzgebirgischen Steinkohlenvereins bei Zwickau[69]) ist schon seit 1862 Zimmerung aus Eisenbahnschienen eingeführt, deren Kopf gegen Firste und Stösse gelegt wird; das Ende der Schienen, welche als Thürstöcke dienen, flacht man etwas ab, um dem Firstendruck eine Richtung nach den Stössen zu geben, bei schlechter Sohle stehen die Stempel auf Blechscheiben von 41 Quadratcentimeter Fläche und 7 Millimeter Stärke; die Kappe greift

[65]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17B. S. 63.

[66]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 8A. S. 197.

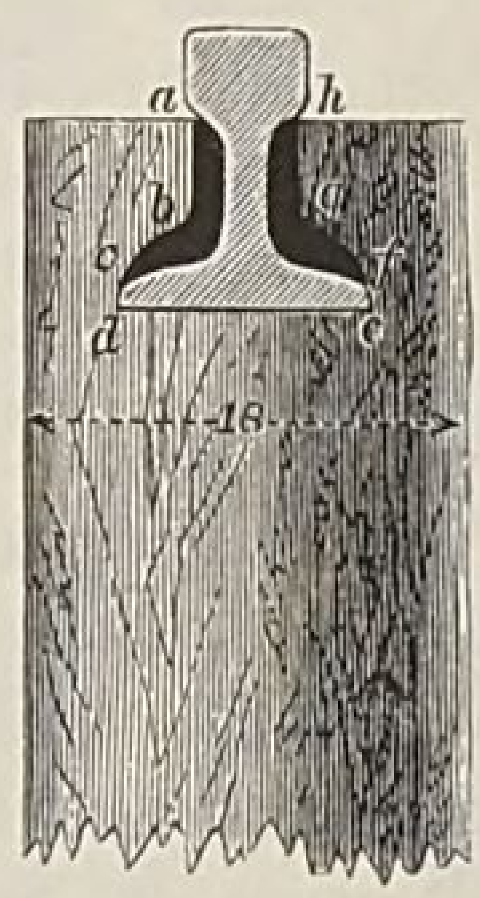
[67]) Ebenda. Bd. 23B. S. 99.

[68]) Ebenda. Bd. 11A. S. 256.

[69]) Jahrbuch f. d. Berg- und Hüttenmann auf das Jahr 1866. Freiberg. S. 173.

an beiden Seiten 15 Centimeter über die Thürstöcke, welche unten durch eine Holzspreize gegen einander abgesteift werden. Es soll hier eine sehr bedeutende Ersparung erzielt worden sein. Auch hat man hier derartige Schienen als Kappen mit ihrem Fuss auf hölzerne Thürstöcke gelegt; wo es der Druck erforderlich machte, hat man zwei oder mehre Schienen nebeneinander gelegt und dieselben durch Schraubenziehbänder zu einem Ganzen verbunden. Die einzelnen Thürstockgeviere werden durch Spreizen an der Firste gegeneinander abpesteift, wodurch eine ausserordentliche Widerstandsfähigkeit erreicht wird[70]). In Creuzot hat man zuerst in einer sehr gebrächen Strecke, deren Zimmerung eine fortdauernde, schwerköstige Unterhaltung erheischte, diese Art Zimmerung versuchsweise und dann allgemeiner angewendet, als Kappen dienen Vignoleschienen, welche in die hölzernen Stempel von Eichen- oder Kastanienholz nach Fig. 373 auf die

Fig. 373.



Hälfte der Thürstockstärke eingelassen werden. Die Schienen je zweier benachbarten Gevierte werden gegeneinander abgespreizt, wodurch das Ganze an Festigkeit gewinnt[71]). — Auch auf der Zeche Prosper in Westfalen hat man alte Eisenbahnschienen als Kappen auf Thürstöcke gelegt, entweder direkt auf dieselbe oder auf Winkeleisen, welche an die Innenseite der Thürstockköpfe angeschraubt werden[72]).

Auf dem Harz ist der Ausbau mit Eisen, wozu man theils Eisenbahnschienen, theils Schmiedeeisen anwendet, mit vielem Vortheile durchgeführt, man hat ihn nicht nur billiger als mittelst Holz oder Mauerung hergestellt, sondern namentlich auch an Arbeitskräften gespart[73]). In Westfalen auf der Grube Graf Beust[74]), so wie auf der Grube von

[70]) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 17. S. 46.

[71]) Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. 2 série, tome III. p. 563.

[72]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 23B. S. 99.

[73]) Eisenausbau der Strecken auf dem Silber-Aalner Grubenzuge b. Clausthal in berg- und hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1867. S. 92.

[74]) „Glückauf", Berg- u. hüttenm. Ztg. f. d. Niederrhein u. Westfalen. 1867. No. 41. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17B. S. 64.

der Heydt bei Saarbrücken[75]) hat man angefangen die Füllörter in Eisen auszubauen, indem man entweder umlaufende Lager aus doppelt T-Eisen, welche aus 3 mittelst Laschen und Schrauben verbundenen Segmenten zusammengesetzt sind, oder T-Eisen mit ausgemauertem Kappengewölbe einbrachte.

Der Eisenausbau der Strecken auf den Steinkohlengruben bei Zwickau[76]) mit Eisenbahnschienen von 118 bis 130 Millimeter Höhe, wie er oben erwähnt wurde, hat immer grössere Anwendung gefunden und bewährt sich gut. Auch zum Ausbau von Füllörtern hat man daselbst Eisen verwendet, indem man die Thürstöcke aus 157 Millimeter starkwändigen Röhren, die Kappen aus Eisenbahnschienen herstellte; die Verschalung erfolgte dicht mit eichenen Brettern. — Auch auf den westfälischen Steinkohlengruben und am Harz geht man mehr und mehr zur Anwendung des Ausbaues mit Eisen über[77]), sowohl für den Streckenausbau als für den von Füllörtern und Maschinenräumen. Auf der Steinkohlengrube Hannibal bei Bochum wurden gusseiserne Thürstöcke und Kappen in ⊥ Form benutzt, deren Blatt nach Aussen, die Rippe nach Innen verlegt wurde; Thürstöcke sowohl wie Kappe sind im Bogen mit 78 Millimeter Spannung gegossen, der Bogen wird nach Aussen verlagert. Die Gevierte liegen 1 Meter auseinander; die Thürstöcke stehen mit den Füssen auf Holzschwellen, die Verschalung erfolgt durch Holzpfähle. Jedes Gevierte wiegt 155 Kilogramm und kostet 33 Mark. — Statt des Gusseisens bricht sich die Anwendung von Stabeisen, namentlich Eisenbahnschienen, mehr Bahn, weil dasselbe grössere Garantie der Haltbarkeit liefert. Man benutzt Grubenschienen stärkerer Dimensionen mit T-förmigem Querschnitt oder Vignoleschienen. Dieselben werden so gebogen, dass sie einen Thürstock und die halbe Kappe abgeben, je zwei solcher Stücke werden in der Mitte der Firste mittelst Laschen und 4 Schrauben verbunden; dabei liegt der Steg nach Aussen. Seltener wird das ganze Gevierte aus einem Stück hergestellt. Die Füsse der Thürstöcke stehen entweder auf Gussplatten, welche in die Schwellen eingelassen sind, oder in gegossenen, dem Querschnitt der Thürstöcke entsprechenden Füssen, welche auf den Schwellen oder auch, wie am Harz, auf Steinsockeln befestigt sind. Den Verzug gegen Firste und Stösse macht man gewöhnlich von Brettern, auf dem Harz wohl mittelst Längsschienen, welche 20 bis 26 Centimeter auseinander liegen und mit Grauwackenstücken hinterfüllt werden. — Auf der Grube Graf Beust in Westfalen, wo man schon früher die Füllörter mit Eisen verbaute, hat man einen Querschlag mit einer elliptisch geformten Eisen-

[75]) Glückauf. Essen 1868. No. 1.

[76]) Jahrbuch f. d. Berg- u. Hüttenmann. Jahrg. 1866. S. 82. 143. Jahrg. 1864. S. 77; Jahrg. 1867. S. 77; Jahrg. 1872. S. 171. — Berggeist. Köln 1871. S. 673. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1873. S. 199.

[77]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17B. S. 64. — Der „Berggeist". Köln 1869. S. 262. — „Glückauf". Essen 1869. No. 28. Jahrg. 1871. No. 12.

construction versehen. — Der Maschinenfabrikant Dinnendahl zu Huttrop bei Steele beschäftigt sich speciell mit der Construction von Eisenverbindungen für Grubenzwecke. — Auch in den schlesischen Bergrevieren schafft sich der eiserne Ausbau Eingang z. B. auf der Fuchsgrube bei Waldenburg, wo man Eisenbahnschienen als Kappen einbaut, während die Thürstöcke aus hölzernen Stempeln bestehen, welche oben mit einem eisernen Ring gebunden und auf dem oberen Stoss mit einem Eisenblech zum Auflager der Schienen versehen sind.

Aus neueren Mittheilungen mag hervorgehoben werden, dass man in Strecken eisernen Ausbau anwendet auf der Grube Friedenshoffnung bei Waldenburg[78]), wo Kappen und Thürstöcke aus Eisenbahnschienen hergestellt werden, die in den Ecken mittelst Laschen mit einander verbunden sind; die Thürstöcke ruhen auf Sandsteinblöcken. — Eine ähnliche Verbindung findet sich auf den Gruben von St. Etienne[79]), wo man indess gefunden hat, dass die oben S. 659 erwähnte armirte hölzerne Thürstockzimmerung den Vorzug verdient. — Auf der Steinkohlengrube Mathilde in Oberschlesien werden an Stelle von Gewölbemauerung oder in lange offen zu haltenden Strecken Eisenbahnschienen als Kappen verwendet. Dieselben werden in Abständen von 0,8 Meter mit dem Fusse auf Längskappen, welche parallel der Streckenachse oben an beiden Stössen angebracht und zur Erreichung eines guten Auflagers auf der Oberseite beschlagen sind, gelegt; unter jedes Schienenende wird zur Unterstützung der Längskappen ein Stempel gesetzt. Man erspart dadurch den sonst noch erforderlichen Mittelstempel und das häufige Auswechseln der hölzernen Kappen[80]). — Auch auf der Grube Königin Luise in Oberschlesien verwendet man gusseiserne Röhren als Stempel und alte Eisenbahnschienen als Kappen beim Streckenausbau[81]). — Auf der Athgrube bei Aachen hat man elliptisch gebogene T-Schienen aus Gussstahl eingebaut, deren zwei Theile in den beiden Scheiteln durch Laschen und Schrauben verbunden sind; bei einem Streckenprofil von 2 Meter zu 1,4 Meter wiegt die Ellipse ca. 70 Kilogramm; das laufende Meter Streckenausbau kostet einschliesslich Arbeitslöhne 17 Mark, während bei gleichem Profil eichene Thürstockzimmerung 10,5 Mark, Mauerung 21,5 Mark kostet[82]).

Die Gränzen des Versuchs bereits überschreitend, wozu der Tunnelingenieur, jetzige k. k. Professor Franz Ržiha zu Wien im Tunnel von Naensen in Braunschweig in den Jahren 1861 bis 1864 den Weg gebahnt hat[82a]), wird der eiserne Streckenausbau auf allen Saarbrücker Gruben, nament-

[78]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 23B. S. 99.

[79]) Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. 2 série, t. III. p. 569.

[80]) Zeitschr. a. a. O. Bd. 23B. S. 99.

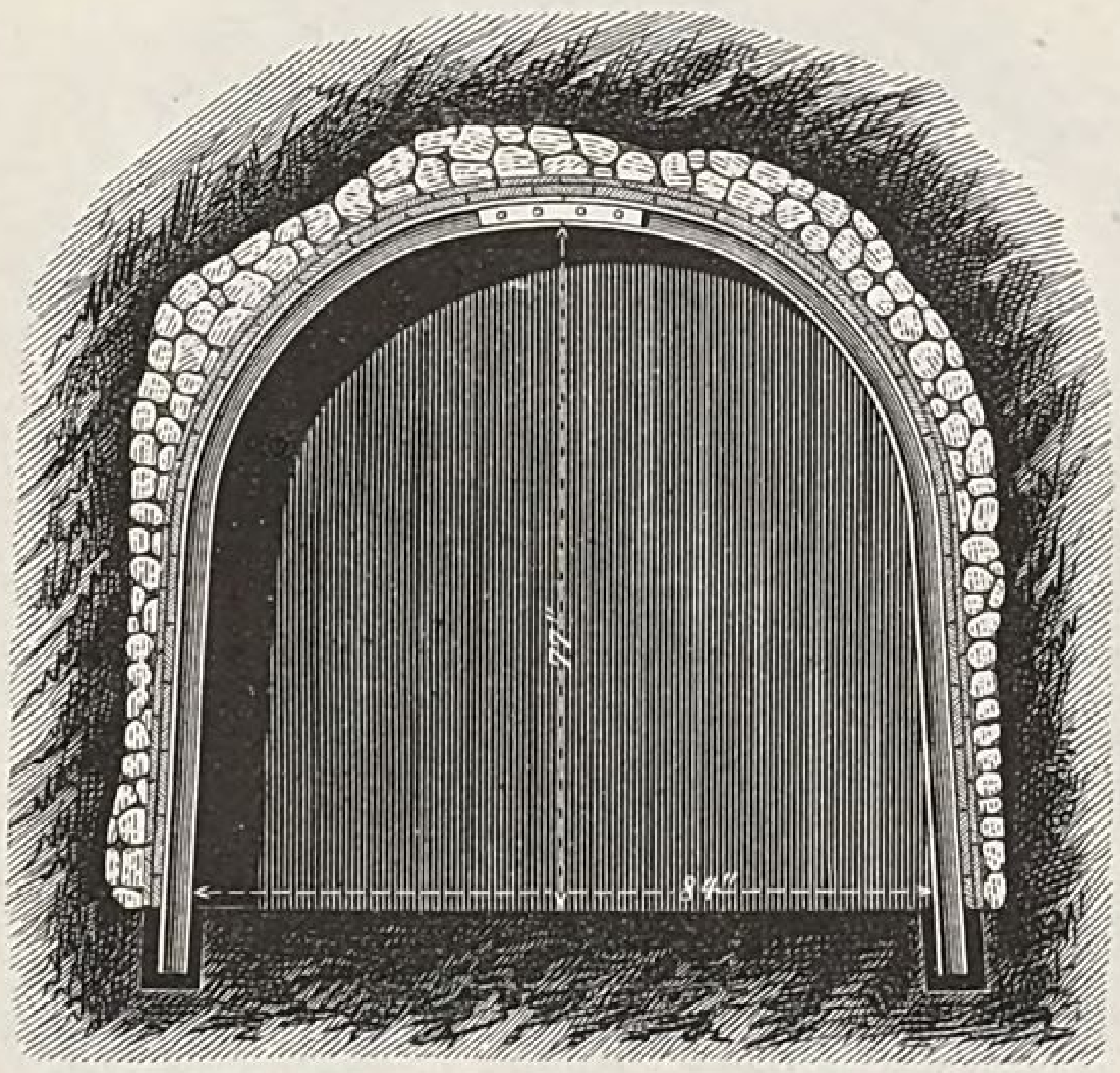
[81]) Ebenda. Bd. 24B. S. 153.

[82]) Ebenda. Bd. 25B. S. 230.

[82a]) Franz Ržiha: Erfahrungen über eiserne Stollenrüstung. Wien 1882.

lich auf der Grube Altenwald[83]) angewendet. In verschiedenen Fällen ist man hier davon ausgegangen, die Schienen dem Thürstockgeviere anzupassen, indem man dieselbe an den Stössen wenig geneigt, in der Firste bogenförmig, je naeh dem Firstendruck steiler oder flacher, herstellte. Die Schiene wurde aus zwei Theilen zusammengesetzt, welche in der Mitte der Firste durch Laschen verbunden wurden. Dabei gab man den Schienen an ihrem Fusse dadurch eine Unterstützung, dass man sie in Schuhen, welche aus Plattschienen gefertigt waren, einsetzte, wie dies Fig. 374 zeigt. Die einzelnen Ringe werden durch Spreizen in der Firste, auch in der Sohle

Fig. 374.



und in der Mitte der Stösse gegen einander abgesteift, so dass das Ganze einen festen Zusammenhalt bekommt. Zur Abhaltung des Drucks werden Stösse und Firste mit eichenen, auch wohl eisernen Pfählen verzogen. Man benutzt entweder gewöhnliche Grubenschienen, oder namentlich bei weiten Strecken Profileisen, gewöhnlich doppeltes T-Eisen, doch wird es Aufgabe bleiben, noch ein passendes Profil ausfindig zu machen. In einem Falle, Fig. 375, stehen die Schenkel des eisernen Gevieres nicht in Schuhen, sondern es ist quer über die Sohle und die Wasserseige ein doppeltes T-Eisen flach gelegt, in welches die Schenkel mit ihrem Fusse eingepasst sind; die an diese angenieteten Stege verhindern, dass bei Seitendruck eine Verschiebung nach Innen stattfindet, auch ist an dem Seitenstoss der Fuss fest verkeilt. Ueber dem T-Eisen auf der Sohle liegt ein Quadratholz, in welches die Schienen der Förderbahn mit Haknägeln befestigt sind. Die Seitenstösse und die Firste werden mit eichenen Pfählen verzogen

[83]) Pfähler in Zeitschr. ebenda. Bd. 20B. S. 121. — Der Berggeist. Köln 1877. S. 381. — Glückauf. Essen 1878. No. 18. 23. 24. 25.

und der Zwischenraum wird mit Bergen ausgefüllt. Auch hier findet eine gegenseitige Verspreizung der Ringe statt. Eine gleiche Ausführung wurde auch bei einem Füllorte gewählt. In einem anderen Falle sind die Seitenstösse durch eine gewöhnliche, geradstirnige, starke Bruchsteinmauerung abgekleidet, Fig. 376, und darüber ist unter die Firste eine T-Schiene in flacher Bogenform gespannt, über welcher wiederum Pfähle angebracht sind. In einer sehr druckhaften, immer neue Reparaturen der Zimmerung erheischenden Strecke brachte man eiserne Zimmerung in elliptischer Form,

Fig. 375.

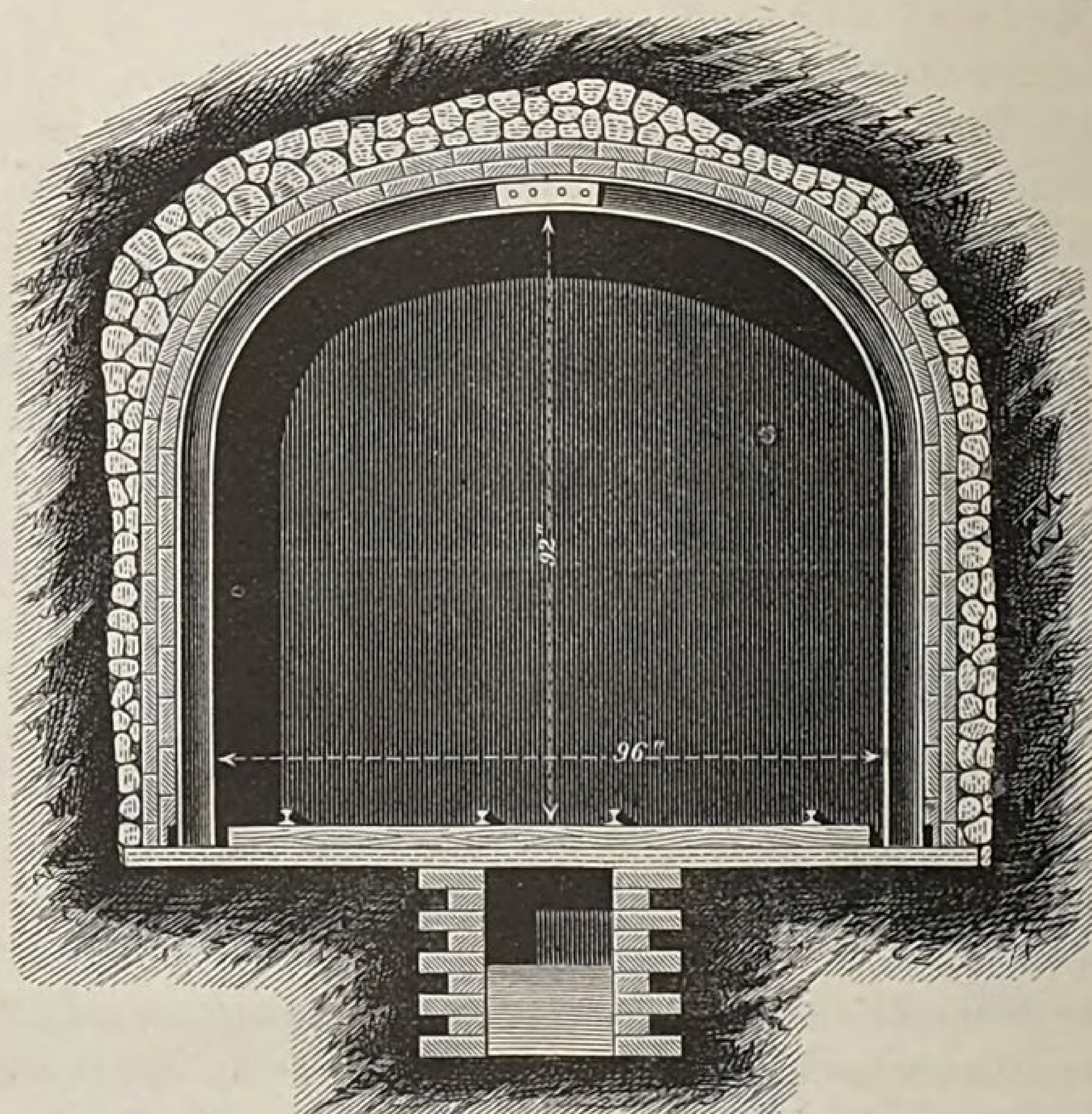


Fig. 377, an; die Schienen bestanden aus zwei Theilen, welche oben und unten mittelst Laschen und Schrauben verbunden sind; über den Ringen brachte man eichene Pfähle an und der Zwischenraum wurde mit Bergen ausgefüllt. Man muss für senkrechte Stellung der Ringe und dafür Sorge tragen, dass die Pfähle nicht über den Stegen des Eisens stumpf an einander stossen, sondern so weit wie möglich über einander greifen.

In ganz gleicher Weise wurden auch kreisförmige Ringe auf Altenwald eingebaut. Eine gleiche kreisrunde eiserne Zimmerung von 2,82 Meter Durchmesser befindet sich mehrfach auf der Grube Dudweiler[84]), doch sind die Halbkreise hier nicht, wie in Altenwald, in der Verticalen (in Firste und Sohle), sondern in der Horizontalen (in halber Stosshöhe) mittelst Laschen und Schrauben verbunden, damit die untere Verbindungs-

[84]) Ebenda. Bd. 23B. S. 99.

stelle nicht in die Wasserseige zu liegen kommt. — Ein völliger Ausbau der Strecke ist auf der Grube Neu-Iserlohn in Westfalen[85]) vorge-

Fig. 376.

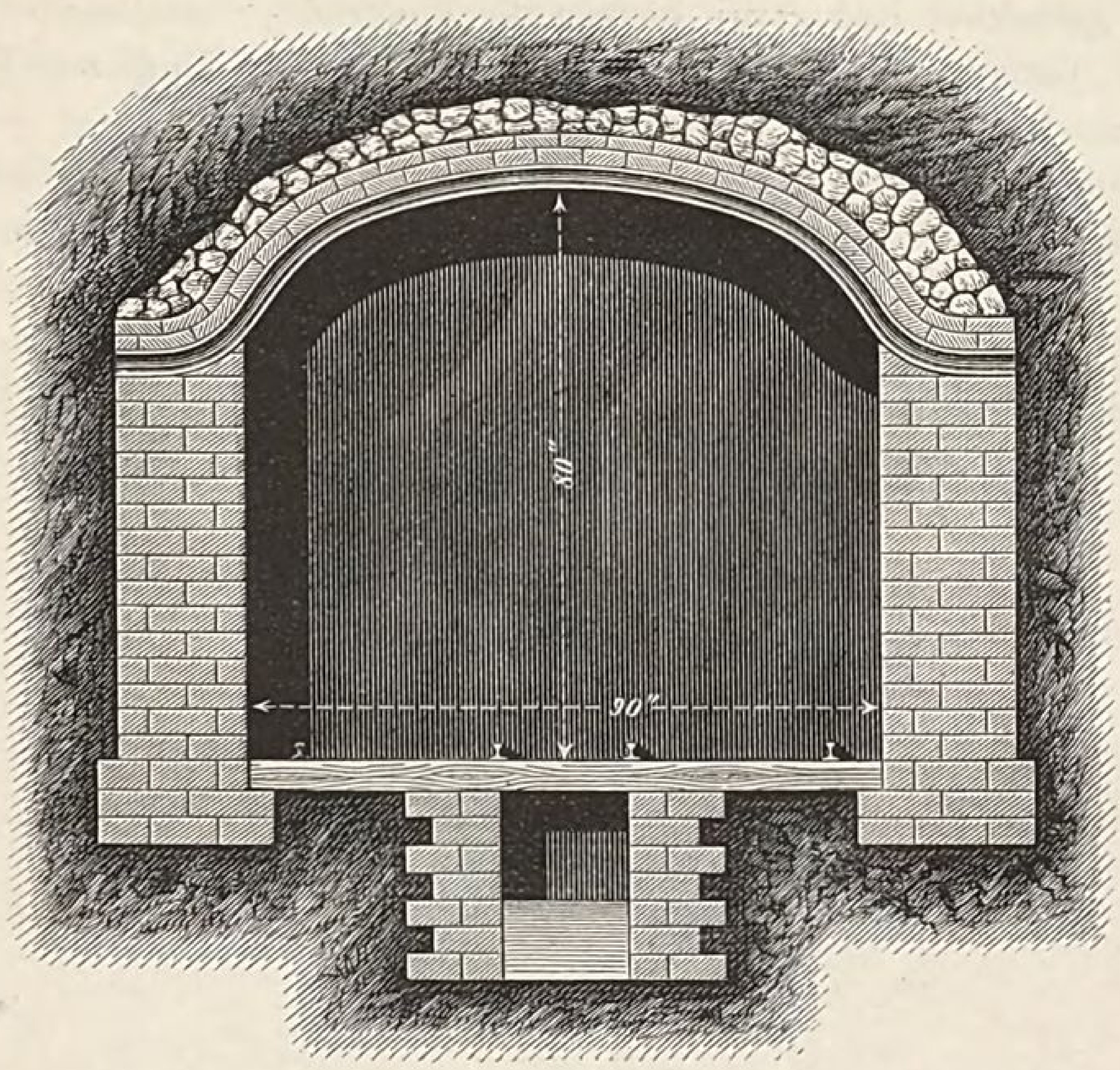
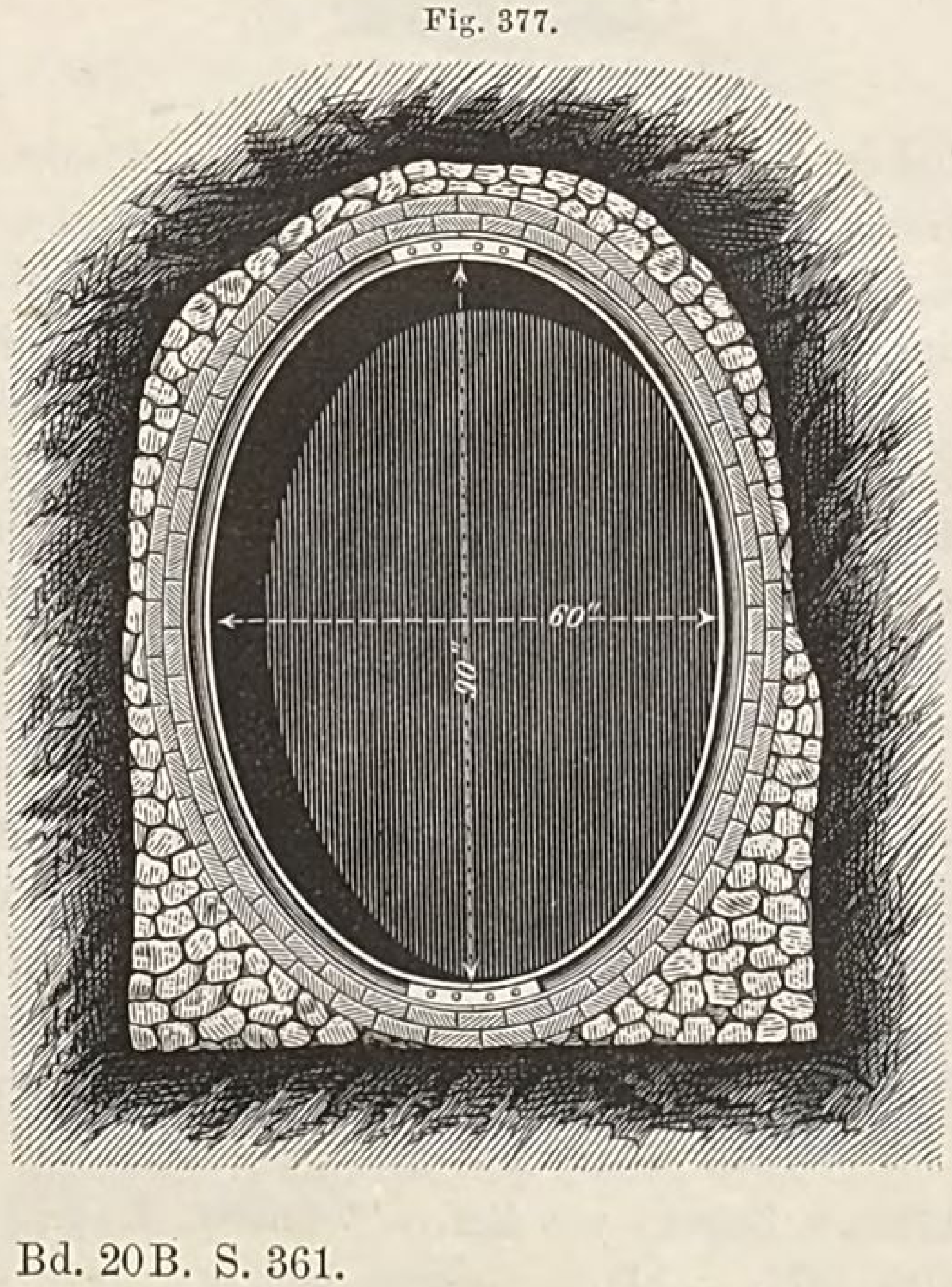


Fig. 377.

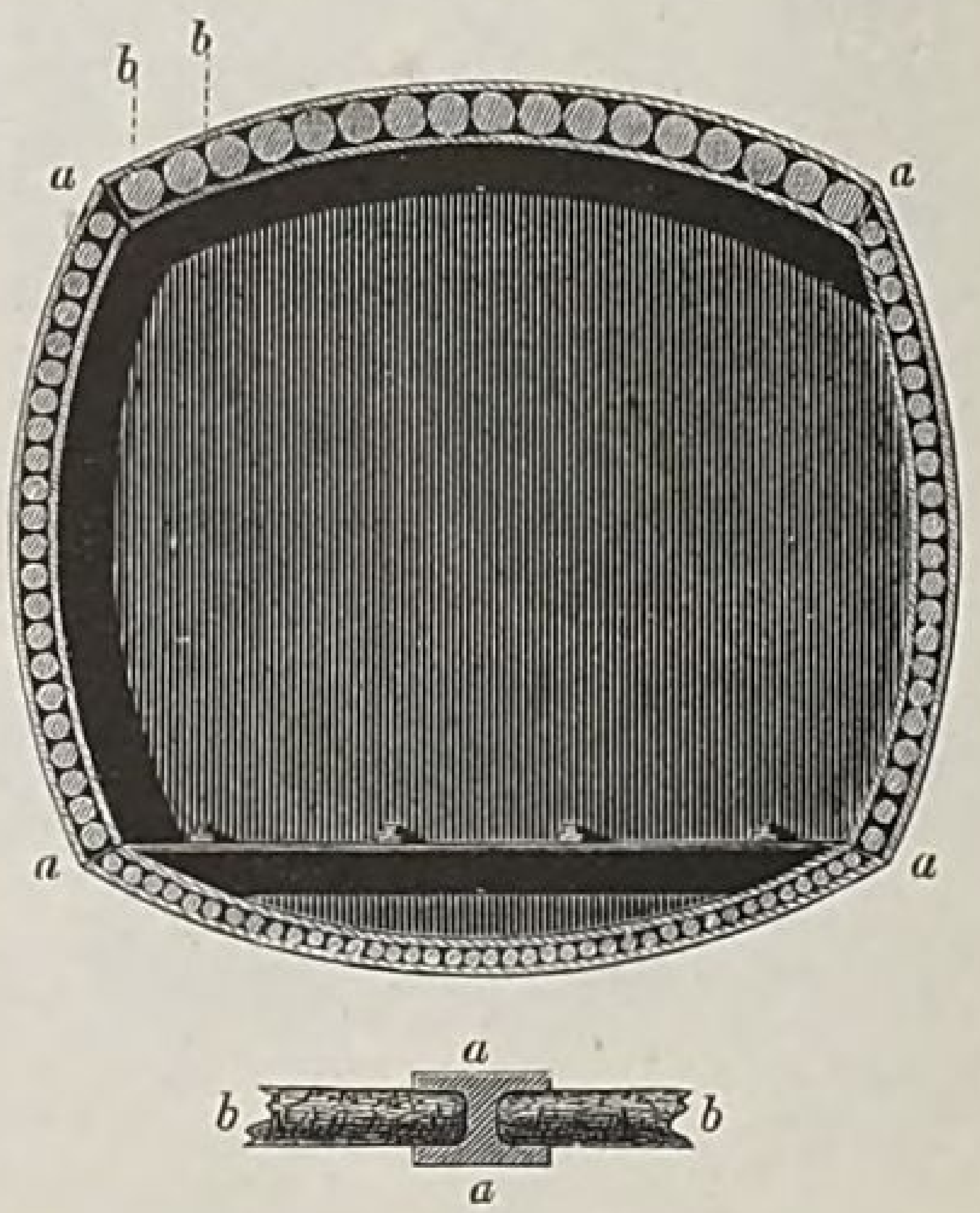


[85]) Ebenda. Bd. 20B. S. 361.

nommen, wo Rahmen aa aus 4 gebogenen, in den Ecken durch Schrauben und Laschen zusammengehaltenen doppelt-T-Eisen aufgestellt sind, welche je 1 Meter von einander entfernt sind, Fig. 378; die Rahmen werden durch zwischen gebrachte Bolzen bb gegenseitig abgesteift, dieselben können bei etwaigem Verfaulen leicht ausgewechselt werden. In ähnlicher Weise ist der Ausbau auf der Zeche Glückauf in Westfalen erfolgt.

Bei dem Bleierzbergbau zu Przibram hat man in dem berühmten 1000 Meter tiefen Adalbertischacht Füllörter hergestellt, welche anstatt der

Fig. 378.



früher gebräuchlichen, gemauerten Ueberwölbungen mittelst I förmiger Träger eingedeckt sind. Dieselben sind 6 bis 6,25 Meter lang, liegen 1 Meter auseinander, sind 18 Centimeter hoch, 7 Millimeter dick und haben 8,5 Centimeter breite Rippen; sie sind an den Enden in die Stösse des Füllorts eingebühnt und werden ausserdem in der Mitte durch eine Scheidemauer unterstützt. Auf die Träger werden 52 Millimeter starke Bohlen aus weichem Holze verlegt, über welche Eisenplatten verlagert werden, auf welche die Schienengeleise der Zuführungsquerschläge auslaufen, so dass die Fördergefässe in dem Füllortsraum leicht bewegt werden können[86]).

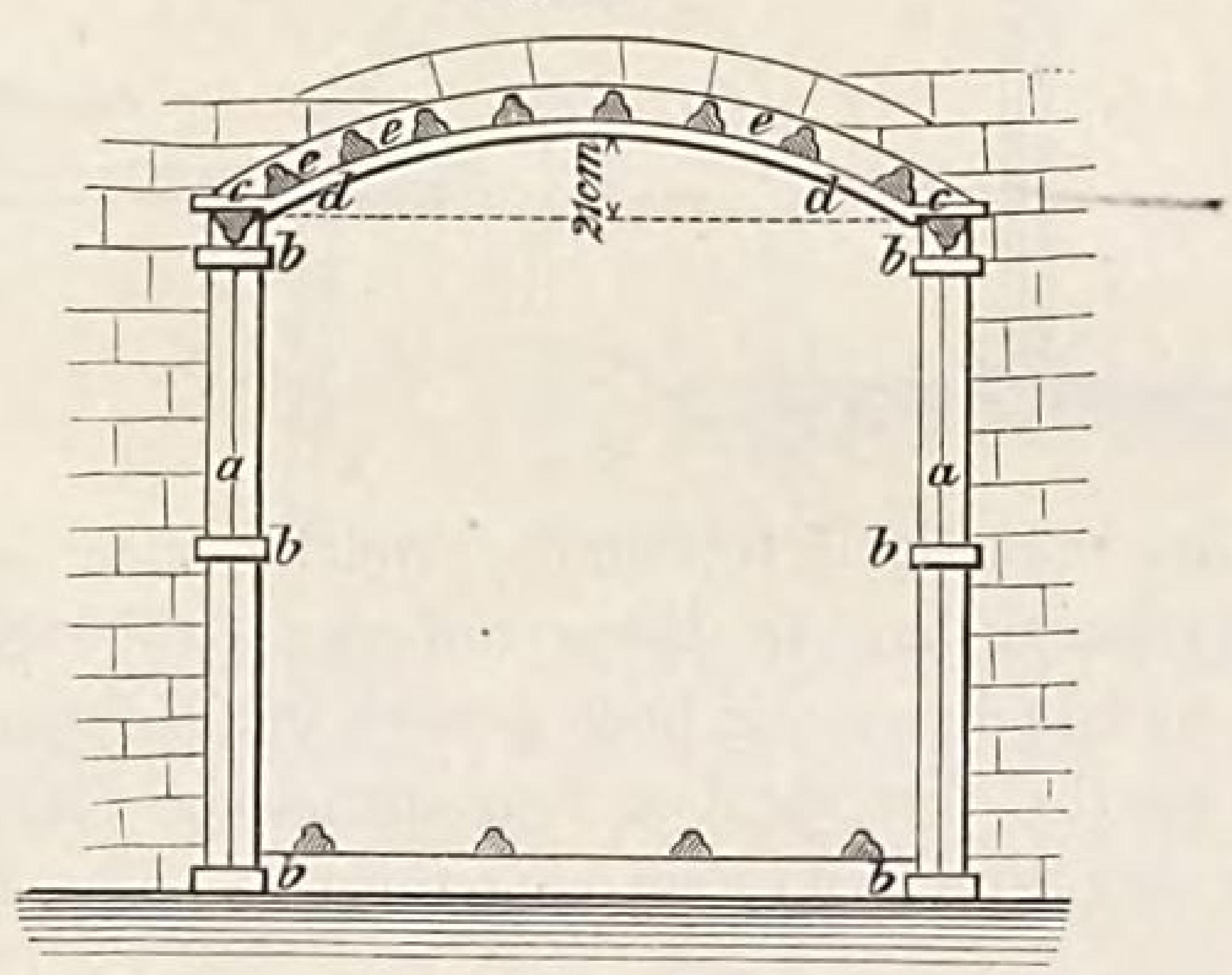
Wenn auch der Eisenausbau der Strecken noch nicht überall das Versuchstadium überschritten hat, so steht doch jetzt schon so viel fest, dass man sich in Hauptquerschlägen, an Anschlagebühnen der Schächte, in Hauptwetterstrecken, welche nicht zur Abführung der Verbrennungsprodukte eines Wetterofens dienen, in Strecken im alten Mann u. dgl. m. sehr zweckmässig des Eisens zum Ausbau bedient, wenn nicht Gründe zur Anwendung von Mauerung vorliegen. In den meisten Fällen ist eiserne Zim-

[86]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1874. S. 437. — Der Berggeist. Köln 1874. S. 517.

merung billiger als Gewölbemauerung und häufig sogar billiger als Holzzimmerung, zumal das verwendete Eisen wieder gewonnen und weiter verwendet werden kann; auch werden die Kosten noch geringer werden, wenn man erst durch regelmässige Benutzung des Eisens die Belegschaft zu dessen Einbau geschickter gemacht hat. Eiserne Zimmerung erfordert auch einen geringeren Streckenquerschnitt oder gestattet bei demselben Querschnitt für die Luft eine grössere Durchgangsöffnung als Holzzimmerung. Nach und nach wird man auch ein völlig geeignetes Profil des Eisens herausfinden, dadurch in die Lage versetzt sein, sich Vorrath zu halten, und dadurch eine anderweitige Ermässigung der Kosten erzielen[87]).

Aehnliche günstige Erfahrungen hat man auch auf der Zeche Graf Beust in Westfalen gemacht, wo man nach den obigen Angaben schon

Fig. 379.



seit längerer Zeit eiserne Zimmerung anwendet. Nach derselben hat man in Fällen, wo dem gewöhnlichen Gebirgsdruck entgegen getreten werden soll, einfach T-Eisen zu verwenden, während bei stärkerem Druck doppelt I-Eisen zu benutzen ist; in letzterem Falle eignet sich auch besonders Gussstahl. Solche Schienen aus Gussstahl aus der Fabrik von Dinnendahl in Steele sind auch bei dem Mansfeldischen Kupferschieferbergbau zur Verwendung gelangt[88]). Hier ist auf dem Eduardschachte durch den Obersteiger Wendung folgender Eisenausbau aus alten Schienen eingeführt. Die Thürstöcke, welche in Entfernung von 1 Meter an den Ortsstössen aufgestellt werden, bestehen aus zwei je 2 Meter langen mit ihren breiten unteren Seiten an einander gelegten und durch schmiedeeiserne Ringe bbb unten, oben und in der Mitte verbundene Schienen aa, Fig. 379. An den Köpfen der Thürstöcke sind durch Aushauen Nuten gebildet zur Aufnahme der Längsschienen cc, Fig. 380, 381, welche unter einander durch Laschen und Schrauben verbunden sind. Auf die Längsschienen werden bogen-

[87]) Pfähler a. a. O. S. 127.

[88]) Zeitschr. ebenda. Bd. 20B. S. 362.

förmige Kappen dd gleichfalls aus alten Grubenschienen gelegt, auf welche dann in Zwischenräumen von 0,5 Meter wiederum Längsschienen ee zu liegen kommen. Zur Herstellung einer grösseren Stabilität werden endlich in Entfernungen von 5 zu 5 Meter sogenannte Binder d. h. nicht gebogene Kappen, Fig. 382, auf die unteren Längsschienen gelegt. Die in der Firste und den Stössen vorhandenen Hohlräume werden sorgfältig mit Bergen ausgefüllt, nachdem der eiserne Ausbau mit Holzkeilen verpfändet ist[89]).

Fig. 380.

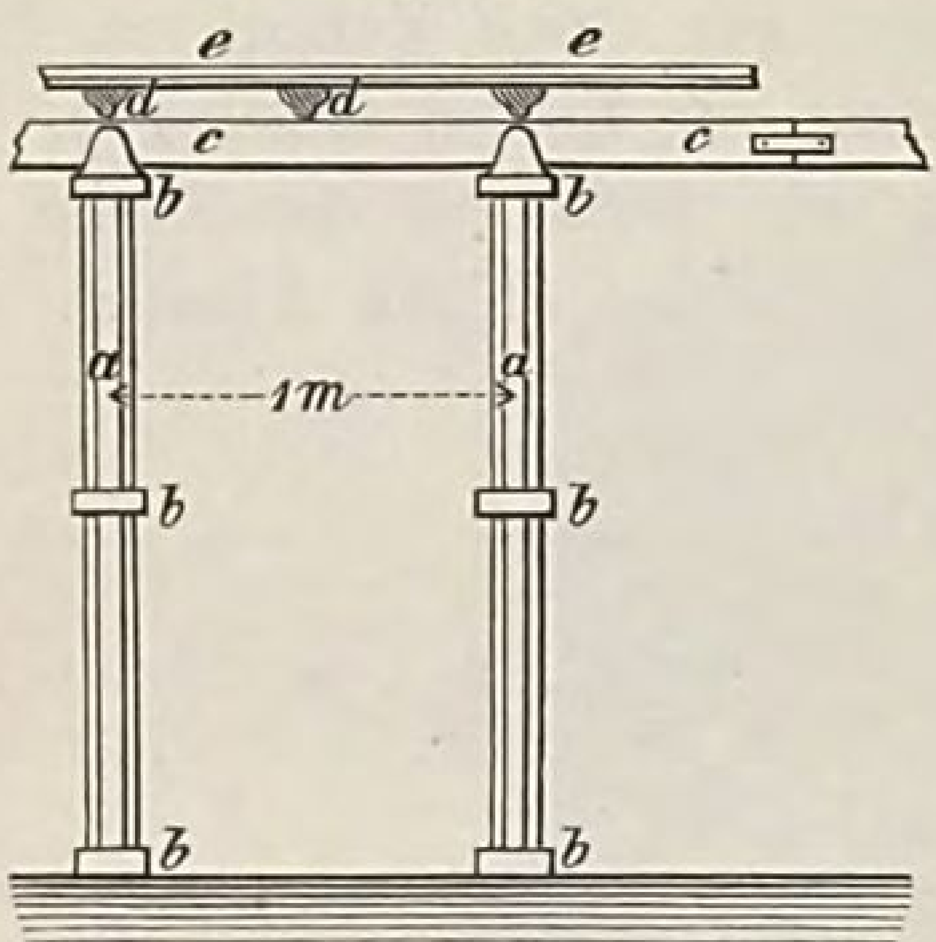


Fig. 381.

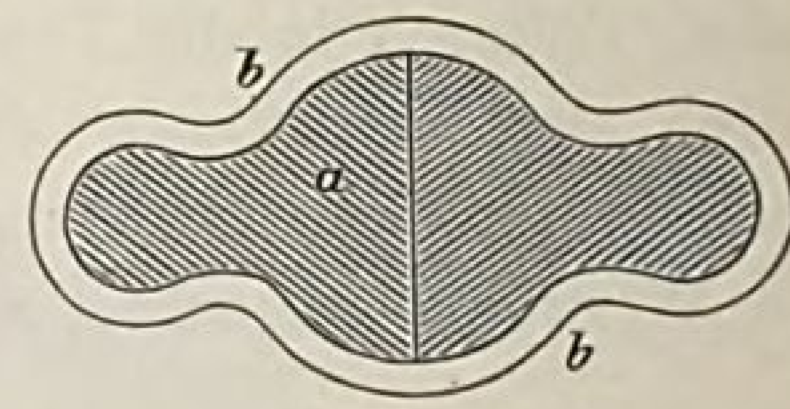
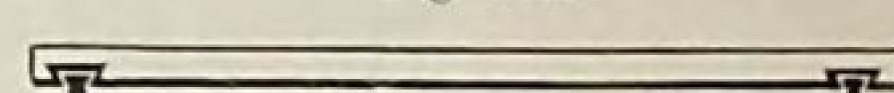


Fig. 382.



In Folge der günstigen Resultate, welche man mit dem oben beschriebenen Streckenausbau in Eisen auf der Grube Sulzbach-Altenwald gewonnen hat, und in Folge der hoch gestiegenen Holzpreise hat man nunmehr auf den Saarbrücker Gruben betriebsmässig allgemein die eiserne Zimmerung für den Streckenausbau eingeführt[90]). Man hat dazu ungleich-

Fig. 383 a.

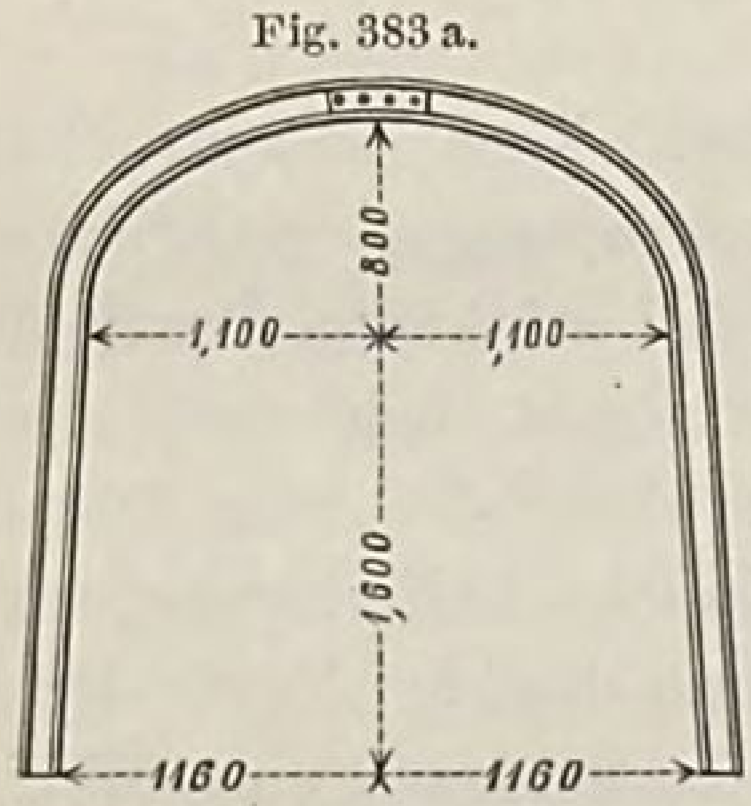
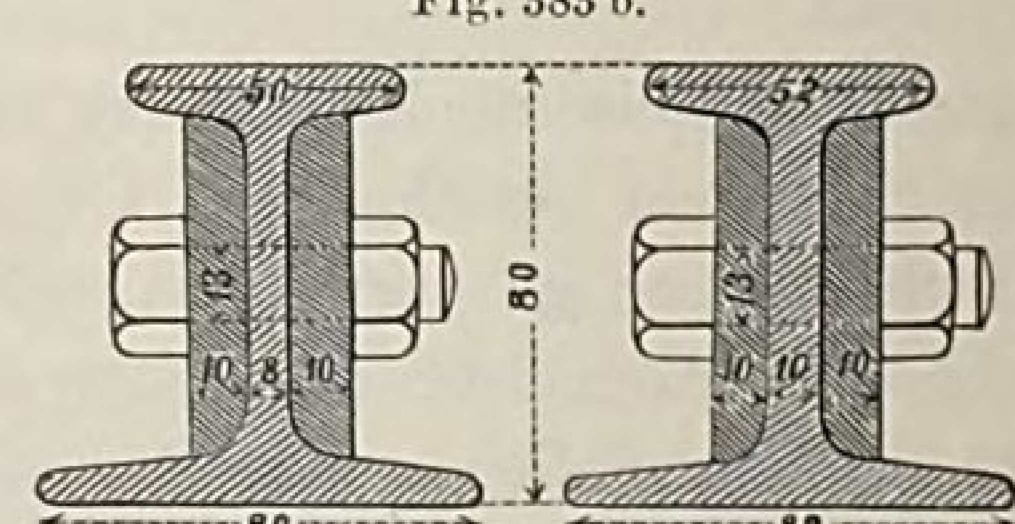


Fig. 383 b.



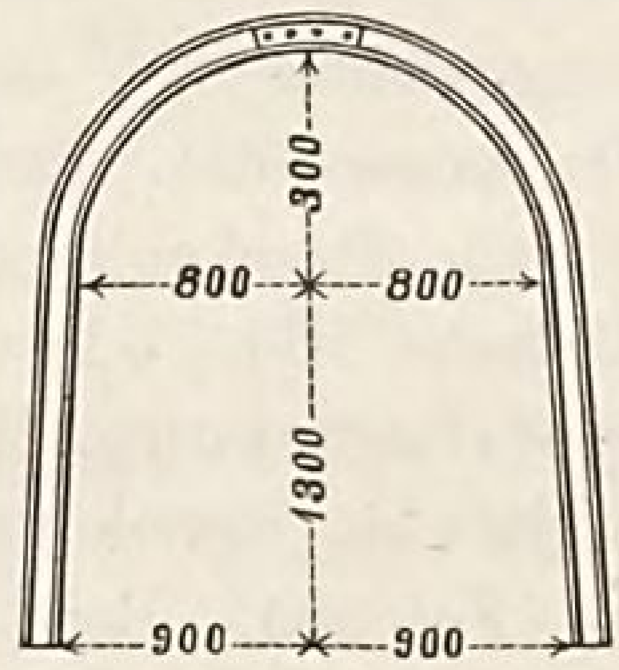
schenkeliges ⊥ Eisen gewählt, von welchen in doppeltspurigen Strecken der Meter 13 bis 14 kg, in einspurigen 11,2 kg wiegt; die Tragfähigkeit des leichteren Profils beträgt 31617 kg, des schwereren 32600 kg. Das Streckengestell ist in Fig. 383 für die zweispurige, in Fig. 384 für die einspurige Strecke dargestellt, es besteht aus zwei Theilen, welche im

[89]) Ebenda. Bd. 28 B. S. 246.

[90]) Wenderoth in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26 B. S. 301. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1878. S. 261. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 27. p. 10.

Scheitelpunkte durch schmiedeeiserne Laschen und Bolzen verbunden sind. In besonders druckhaften Strecken hat man elliptische Ringe aus dem schweren Profil oder auch kreisförmige Ringe aus ⊔ Eisen angewendet. Der breite Fuss des Eisens kommt an den Stoss der Strecke zu liegen, der Kopf nach dem Innern der Strecke, ebenso wie bei den kreisförmigen Ringen die Basis des ⊔ Eisens gegen den Stoss gelegt wird. Die Laschen werden möglichst stark genommen, die Stösse der Schienen werden genau bearbeitet und gegeneinander gepasst, so dass keine Verschiebung stattfindet. Einen Anstrich zum Schutze gegen Rost bekomnt das Eisen nicht. Der Einbau der Gestelle erfolgt wie die der Thürstockzimmerung. Die Gestelle stehen, wo das Gestein in der Sohle fest ist, direct auf demselben,

Fig. 384.



bei weichem Gestein auf Abfällen von Schmiedeeisen, Flacheisen u. s. w. oder in Schuhen von Flacheisen. Die Entfernung der Gezimmer richtet sich nach dem Druck des Gebirges, in normalem Zustande beträgt sie 1 Meter, in sehr druckhaftem Gebirge $^1/_2$ Meter. Die Verpfändung der Stösse und Firste erfolgt je nach dem Gebirge mit geschnittenen Eichenbohlen, gerissenen Eichenpfählen, eichenen Schwarten oder mit runden eichenen Pfählen, sogenannten Knüppelholzpfählen. — Dem Beispiele auf den Saarbrücker Gruben folgend hat man auf den Gruben der a. p. Kaiser Ferdinands-Nordbahn bei Polnisch Ostrau den Eisenausbau in Strecken und Schächten betriebsmässig in Anwendung gesetzt; anfänglich wählte man das in Saarbrücken gebräuchliche Profil, construirte aber später ein den dortigen Verhältnissen mehr angepasstes Profil, welches auf dem Eisenwerke zu Wittkowitz fabrikmässig hergestellt wird[90a]).

Es ist nicht möglich alle an verschiedenen Punkten in Strecken ausgeführten Eisenconstructionen zu verfolgen; besonders sei indess noch erwähnt der Ausbau des Füllorts auf der Grube Friedrich Ernestine in Westfalen[91]), so wie der eiserne Stollenausbau auf der Braunkohlengrube zu Liescha und der Streckenausbau im liegenden Thon des Kohlenflötzes zu Oistro in Steiermark[92]).

[90a]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1881. S. 143.

[91]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 27B. S. 261.

[92]) Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins für Steiermark u. Kärnthen. Bd. 12. S. 175; Bd. 13. S. 9.

Zu bemerken dürfte hier noch sein, dass auf der Grube Altenwald bei Saarbrücken statt der bisher üblichen gemauerten Röschen solche aus Gusseisen mit bestem Erfolge eingeführt sind. Dieselben sind halb oval, 19 Centimeter tief bei 19 Centimeter oberer Weite, oben offen und werden in Stücken von 1 oder 2 Meter Länge angewandt; die Verbindung erfolgt durch angegossene Muffen, welche durch Cement gedichtet werden. Sie werden zwischen den beiden Fördergeleisen verlegt und oben mit Holzbohlen verdeckt. Sie lassen sich leicht und schnell reinigen, zumal sich wenig Schlamm ansetzt. Der laufende Meter kostet 7,60 Mark. Sie erfordern fast keine Reparaturen[93]).

3. Zimmerung in geneigten plattenförmigen Lagerstätten und be streichenden Strecken.

Die Art dieser Zimmerung richtet sich nach dem Druck, nach der Mächtigkeit und Neigung der Lagerstätte, namentlich auch danach, ob Berge aus Bergmitteln oder vom Streckenbrechen untergebracht werden müssen, was bekanntlich die flache Höhe oder Breite der Strecke bedingt. Am einfachsten ist die Stempelzimmerung, Stempel mit Anpfahl, welche nur an einem oder an beiden Stössen, beziehungsweise zur Begränzung des Versatzes, aufgestellt werden. Fig. 385. Bei Druck aus dem Hangenden

Fig. 385.

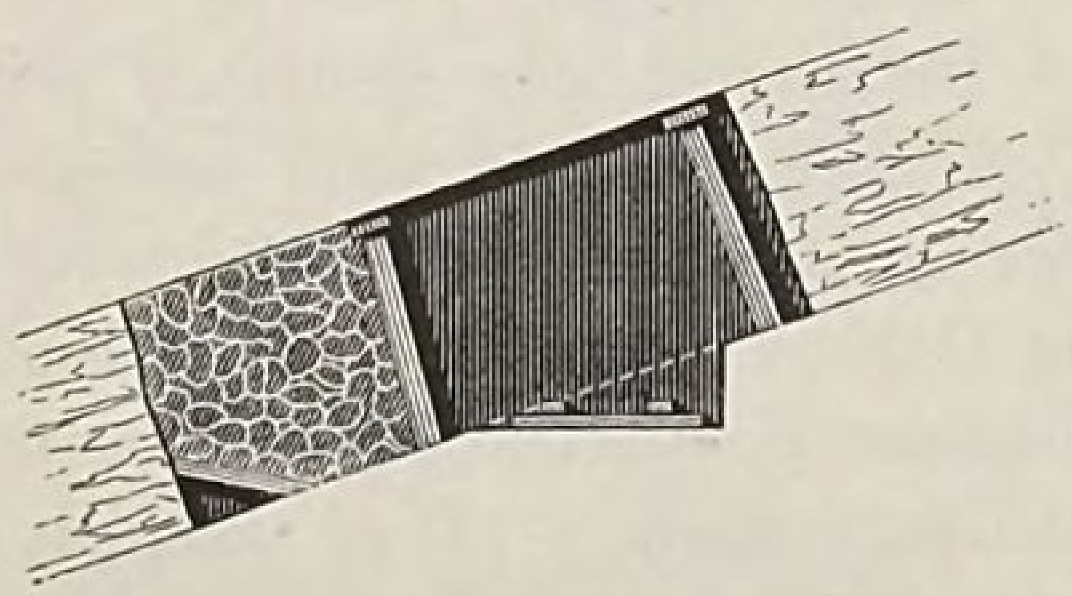
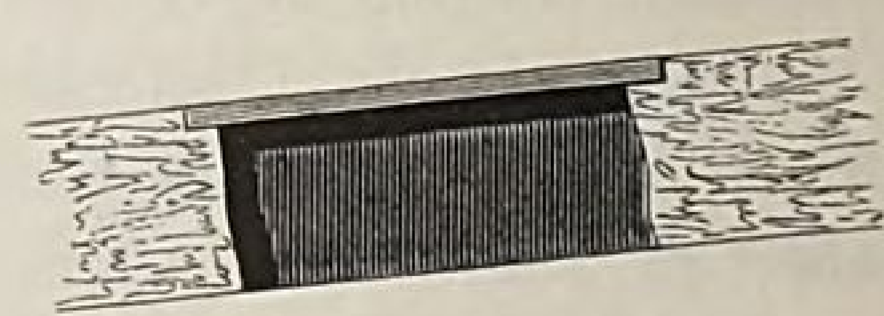


Fig. 386.



allein, was aber selten ist, tritt eine Unterzugszimmerung ein, ähnlich den Kappen, welche jederzeit in Bühnlöchern liegt. Fig. 386. Bei stärkerem Drucke kommen Zusammenstellungen von Stempeln und Unterzügen vor, welche sich halber und ganzer geneigter Thürstockzimmerung vergleichen lassen; am unangenehmsten werden diese Verbindungen in stark geneigten, schmalen Flötzen, wo tief in das Liegende gebrochen werden muss, um Raum zu gewinnen. In Abbauen wird meistentheils nur durch Stempel gestützt; wo der Abbau bankweise stattfindet, gebraucht man natürlich nach und nach längere Stempel.

c. Rauben der Zimmerung.

Das Rauben der Zimmerung hat den doppelten Zweck, Behufs Verringerung der Betriebskosten das Holz wiederzugewinnen, und angebaute

[93]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26B. S. 374.

Massen hereinzuholen oder offene Räume zu Bruche zu werfen, um den Druck von den Pfeilern zu nehmen. Dabei geht man so vor, dass man die Stempel oder beziehungsweise die Thürstöcke wegzunehmen sucht, während die Unterzüge dann von selbst niederfallen; steht der Stempel im Bühnloch, so muss dies vorab flach ausgehauen werden. Man muss stets von einem sicheren Standpunkte aus die Arbeit vornehmen, welche in verschiedener Weise ausgeführt wird: Wegschlagen des Stempels mit langstieligem Fäustel; Wegstossen und Heranziehen mittelst Haken, der einem Bootshaken gleicht; Wegziehen aus der Entfernung mittelst Ketten und Winden oder Hebeln, wie auf englischen[94]) und westfälischen[95]) Gruben; Wegsprengen durch Einbohren von Löchern z. B. in Oberschlesien, wenn der Bruch gehen soll, und man anders nicht zum Ziele gelangen kann; bei den Abbauen auf den mächtigen Rotheisensteinlagerstätten bei Wetzlar, ebenso im Grunde Seel und Burbach werden die Thürstöcke aus dem Bergeversatz beim Abbau der nächst oberen Etage durch Hebeladen herausgezogen.

Zur Wiedergewinnung der Firsten- und Seitenpfähle verlorener, der Mauerung vorgegangener Zimmerung hat man sich auf Braunkohlengruben in der Provinz Sachsen einer Zange mit gezahnten Backen bedient, die mittelst eines auf einer kleinen Trommel laufenden Seils geschlossen und angezogen wird[96]).

d. Getriebezimmerung (Abtreibearbeit).

Die Abtreibearbeit kommt vor in brüchigem Gebirge (z. B. beim Bruchbau), in rolligen, lockeren und schwimmenden Massen; es können durch sie ein oder zwei oder alle Seiten verwahrt werden, sie ist dabei aber im Wesentlichen immer gleich. Das Anbringen der Zimmerung ist die Hauptsache und geht zum Theil voraus, indem dadurch das Gebirge abgeschnitten wird, in welchem später der Raum der Strecke gebildet werden soll, die Herstellung des Raumes selbst ist für die Ausführung insofern Nebensache, als sie fast nur Wegfüllarbeit erfordert. Eine ähnliche Art der Zimmerung bietet auch dann mancherlei Vortheile, wenn häufiges Auswechseln des Holzes erforderlich ist.

Ein wichtiger Theil der Getriebezimmerung sind die Abtreibepfähle. Hierzu nimmt man in lockeren, feinkörnigen Massen und in schwimmendem Gebirge immer geschnittenes Holz, Brettpfähle oder Pfosten, welche gesäumt und sogar gehobelt werden, um dicht an einander zu schliessen; in nur brüchigem Gebirge bedient man sich auch wohl gesäumter Schwarten und selbst, doch nur als Nothbehelf, gerissenen Holzes (Scheitholz, ge-

94) Herold a. a. O. in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 3B. S. 59.

95) Dieselbe Zeitschr. Bd. 2A. S. 356; Bd. 4B. S. 243.

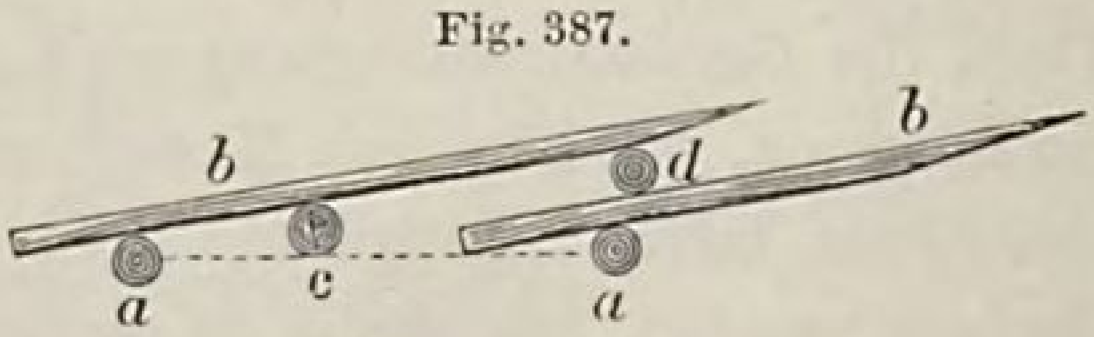
96) Ebenda. Bd. 8A. S. 181.

hacktes Holz). Die Pfähle werden vorn, einseitig nach Innen, zugeschärft, auch wohl berändert und hinten geöhrt d. h. an den Ecken abgeschnitten; ist die Dicke nicht gleichmässig, so bringt man das dünnere Ende nach vorn.

In Oberschlesien[97]) nimmt man zu den Pfählen, wenn Nadelholz dazu gewählt wird, nur Kiefer, am allerwenigsten Tannen; das Holz muss gerade gewachsen, astlos sein, der Schnitt erfolgt parallel den Fasern, daher sind Randbretter untauglich, Mittelbretter allein geeignet. Dasselbe gilt auch für Eichenholz. Die Stärke der Pfähle beträgt nicht leicht unter 7 Millimeter, wohl bis über 46 Millimeter, die Breite nicht wohl über 31 Centimeter, was bei schwierigen Arbeiten nicht gut ist, weil sonst die Bretter leicht spalten und nicht gleichmässig vom Fäustel getroffen werden, am besten ist eine Breite von 15 bis 23 Centimeter. Eichenholz ist dem Nadelholz vorzuziehen, weil es dünner sein kann, indem 26 Millimeter Stärke desselben 39 Millimeter Stärke des Kiefernholzes entspricht; derartige Pfähle lassen sich daher leichter eintreiben, haben glattere Oberfläche, widerstehen dem Schlage besser, wegen ihrer Härte und Steifigkeit geht weniger vom Schlage verloren, der Kopf spaltet nicht so leicht, so dass man einen Aufsetzer zur Schonung des Kopfes nicht gebraucht, auch biegen sich die Pfähle weniger leicht nieder. Zum Schutze des Kopfes hat man oblonge eiserne Ringe vorräthig, von 16 bis 23 Millimeter starkem Eisen, 39 bis 46 Millimeter breit, im Lichten den Dimensionen der Pfähle entsprechend; passt keiner der vorhandenen Ringe für den Pfahl, so nimmt man einen etwas grösseren und befestigt ihn durch einen dazwischen geschobenen Keil. Das Treibfäustel muss Pfahl und Ring gleichmässig treffen; zuletzt wird der Ring abgenommen und ein Aufsetzer von Eichenholz benutzt. Für die Treibfäustel werden glatte, nicht gebogene Seitenflächen empfohlen, um breitere Pfähle, statt mit der Bahn, mit der Seitenfläche treiben zu können, was weniger nothwendig wird, wenn man sich des Aufsetzers bedient.

In Sachsen werden bei brüchigem Gebirge in der Firste, wie in den Stössen 2 Meter lange Pfähle abgetrieben. Zunächst wird ein Ansteckstempel a in Fig. 387 angebracht, auf welchem der Pfahl b aufruht, an

Fig. 387.



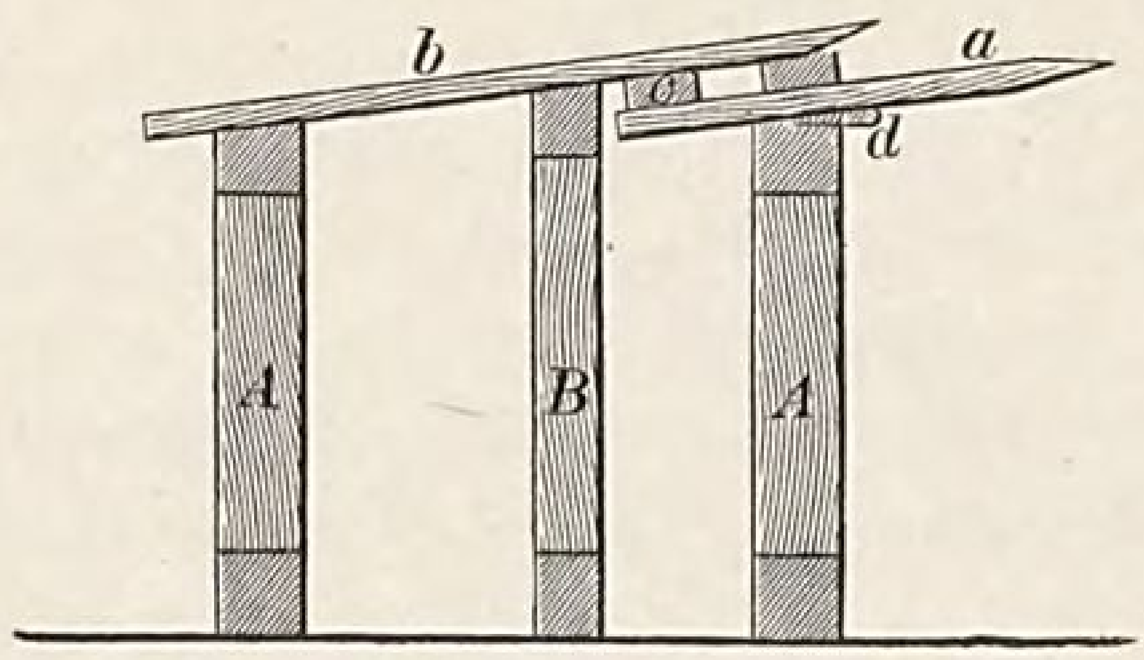
welchem er, beziehungsweise beim Stosse, gleitet, zwei Arbeiter treiben den Pfahl ein, indem der eine schlägt, der andere mit dem Schrämspiess vorarbeitet und Raum zum Eindringen des Pfahls schafft; ist derselbe 15 Centimeter tief eingedrungen, so wird weggefüllt. Wenn der Pfahl zur Hälfte

[97]) v. Carnall u. Krug v. Nidda, bergm. Taschenbuch 1846. S. 185.

eingetrieben ist, wird ein Hilfsstempel (Helfer) c gelegt; ist das Eintreiben vollendet, so erfolgt die Anbringung des Pfändestempels d, welcher gewöhnlich schwächer als der Hilfsstempel ist. Wenn in solcher Weise die ganze Firste abgetrieben ist, so wird ein neuer Ansteckstempel a angebracht und in dem neuen Felde in gleicher Weise verfahren. Die Richtung der Pfähle wird mit Hilfe von Keilen aufrecht erhalten.

Für die Abtreibezimmerung in losen und schwimmenden Massen[98]) bedient man sich der Thürstockzimmerung, wohl immer mit Grundsohlen, bisweilen muss die Sohle selbst abgetrieben werden. Die Pfähle erhalten, um das neue Anstecken anbringen zu können, eine Divergenz nach Vorn, deren Grösse sich nach der Nähe der Gezimmer richtet, sie schneiden also einen abgestumpft pyramidalen Raum ab; diese Divergenz und die Möglichkeit des neuen Ansteckens wird durch die Pfändung bewirkt, welche gewissermassen ein kleines Thürstockgezimmer ist und das Hauptgeviere umgiebt, sie besteht bald aus Brettern (Pfändebretter), bald aus Halbholz und bei starkem Drucke aus Ganzholz und wird in 78 bis 105 Millimeter Entfernung vom Geviere angebracht je nach der Stärke und der Divergenz der Pfähle; um den Raum für die Pfändung zwischen dem Pfahl

Fig. 388.



und dem Gebirge offen zu halten, werden Pfändekeile angebracht, welche mit dem Fortschreiten des Eintreibens entfernt werden. Die Eckpfähle werden trapezoidal, der Divergenz in Firste und Stössen entsprechend, geschnitten, damit sie in der Berührung der Firsten- und Stosspfähle eng aneinander schliessen. Das erste Gezimmer (Ansteckgezimmer) A, Fig. 388, wird in festem Gebirge aufgestellt und dann das Abtreiben in der Firste begonnen und zwar mit beiden Eckpfählen gleichmässig, von denen aus man dann nach der Streckenmitte fortschreitet, erst dann erfolgt das Abtreiben der Stösse von Oben nach Unten. Die Divergenz wird dadurch erhalten, dass man zwischen das Schwanzende des einzutreibenden Pfahls a und den Pfählen des vorhergehenden Ansteckens b einen Spannkeil c und von der Ortsseite her einen Zwickkeil d zwischen Pfahl und Kappe

[98]) Thürnagel, die Arbeiten im schwimmenden Gebirge auf der Friedrichsgrube bei Tarnowitz in Dr. Karsten Archiv f. Bergbau und Hüttenwesen Bd. 2, Heft 2. S. 143; Bd. 4. S. 212; Bd. 5. S. 3; Bd. 9. S. 153.

steckt, doch fehlt der letztere auch oft. Wie weit man auf einmal eintreiben darf, richtet sich nach der Beschaffenheit des Gebirges, oft ist es nur wenige Centimeter möglich, dann wird das abgeschnittene Gebirge hereingeholt und das Abtreiben beginnt von Neuem. Wenn man ein Stück vorgerückt ist, so setzt man, sowohl bei langen Pfählen, wie bei starkem Druck, ein Hilfsgeviere B ohne Pfändung, welches daher umsoviel höher und breiter wird und das Durchbiegen der Pfähle verhindert; es bleibt nicht immer stehen, wenn dies aber der Fall ist, so bestimmt es zugleich die Divergenz der Pfähle. Wenn sämmtliche Pfähle eingetrieben sind, wird ein neues Ansteckgeviere A_1 aufgestellt und das Anstecken beginnt von Neuem.

Bei flüssigem Gebirge muss man die Spalten zwischen den Pfählen mit kleinen, handlangen, einige Zoll starken Büscheln von Stroh verstopfen, die man vorräthig hält und mit einem kleinen Spiess einstopft; die Wasser darf man aber hierbei nicht zurückdämmen, weil sich sonst auf die Zimmerung ein zu starker Druck legt, die Verstopfung darf gleichsam nur als Seihetuch wirken. In solchem Gebirge muss aber auch der Ortsstoss verwahrt werden, was durch die Zumachebretter (Versatz-, Verschalungsbretter) geschieht, welche mit ihrer Länge quer über das Ort liegen und an beiden Enden gegen die Thürstöcke abgesteift werden; alle Fugen verstopft man mit Stroh, Moos oder dgl. Zunächst werden die Pfähle eingetrieben, bis sie nicht mehr ziehen wollen; dann wird das obere Ortsbrett an einem Stosse gelüftet, rasch wieder vorgesetzt und dabei etwas gehoben, nachdem die Masse hervorgeholt ist; sodann verfährt man am anderen Stosse ebenso und steift das Brett mit längeren Bolzen ab, zuweilen gegen besondere Stempel. In gleicher Weise geht man mit allen Ortsbrettern bis zur Sohle vor. Die Dichtung an den Brettenden ist schwierig, weil sich durch die Pfändung der Pfähle das Ort nach Vorn allmälig erweitert, weshalb man hier sorgfältig verstopfen muss. Deshalb ist es besser, namentlich bei grosser Weite für spätere Mauerung, jedes Ortsbrett in der Mitte zu theilen und die Theile mit den Enden übergreifen zu lassen, wo man dann mindestens drei Bolzen, besser aber vier, zum Absteifen benutzt.

Auch das Abtreiben der Sohle kann nöthig werden, worauf beim Schlagen der Pfähle Rücksicht zu nehmen ist; diese erhalten die Pfändung dann oberhalb der Grundsohle und werden nach Oben abgestempelt. In anderen Fällen bedient man sich des Ausdielens (Vertäfelns) der Sohle zwischen zwei Grundschwellen mit 52 bis 78 Millimeter starken Bohlenstücken, welche der Streckenbreite nach dicht an einander gelegt, der besseren Verbindung wegen auch wohl halb in einander gefalzt und an jedem Stosse durch einen Stempel niedergehalten werden. Zur besseren Befestigung bringt man noch eine Kappe über die Bretter. Zur Aushilfe bedient man sich der Bremsstempel in der Mitte des Orts, um die Versatzbretter vor Ort dagegen abzusteifen, wenn die Abbolzung gegen

die Thürstöcke nicht genügt; der Bremsstempel wird wohl noch durch lange Streben gegen die Grundschwelle abgespreizt. Ferner bringt man für einzelne Pfähle in der Firste, welche sich vor Einbringen des Hilfsgevieres durchbiegen, Hilfsstempel an; dieselben lässt man auf Langschwellen fussen, die von rückwärts vorgeschoben und dort abgesteift werden[99]).

Wenn das Ort nicht weiter fortzubringen ist, so hilft zuweilen die Sistirung auf einige Zeit, damit die Wasser ablaufen können. Den Abzug der Wasser sucht man auch wohl durch Vorstossen von Röhren aus Eisenblech zu befördern, welche man 13 bis 26 Millimeter, auch bis 15 Centimeter weit nimmt und mit feinen Löchern in den Wandungen versieht, welche sich aber in feinkörnigem und zugleich thonigem Sande leicht verstopfen[100]). Auch treibt man wohl ein Sitzort an der Firste vor, wenn man grosse Dimensionen für spätere Mauerung hat, um den Wassern zuvor einen Abzug zu gewähren. Wichtig ist es, für diese Arbeiten diejenigen Jahreszeiten zu wählen, wo das Erdreich am wenigsten vom Wasser durchtränkt ist.

Auch auf andere Weise, als wie in der beschriebenen, hat man den Ortsstoss gesichert.

Durch Keile erfolgte die Sicherung auf der Grube La Louvière (Bassin du Centre) und zu Engis in den Jahren 1843 und 1848[101]). Die Pfähle werden wie gewöhnlich vorgetrieben, dann erfolgt das Eintreiben der Keile in den Ortsstoss, die man zunächst an der Firste einsetzt, womit man allmälig je nach der Entblössung des Ortsstosses bis zur Sohle fortfährt; ist auch die Sohle zu verkeilen, so wird dieselbe gleichsam gepflastert; etwaige Oeffnungen der Stosspfähle werden gleichfalls mit kleinen Keilen geschlossen, wogegen die Oeffnungen zwischen den Keilen vor Ort mit Heu oder Moos verstopft werden. Zu La Louvière waren die Keile 26 bis 52 Centimeter lang, konisch, aus Buchen- oder Eichenholz, am Kopfe 65 bis 131 Millimeter stark, nur in sehr flüssigem Gebirge 52 bis 78 Millimeter stark; die Sohlenkeile hatten eine Länge von nur 13 bis 25 Centimeter und wurden gewöhnlich aus solchen gefertigt, welche vor Ort unbrauchbar geworden waren. Die Sohlenkeile und die Stosskeile, wo sie angewendet sind, müssen als verloren angesehen werden, Ortskeile werden wieder gewonnen und bedürfen nur des Ersatzes für die Abnutzung. Zu Engis waren die Keile nicht vollständig konisch, sondern zum Theil cylinderisch, 0,942 bis 1,177 Meter lang, am Kopfe 78 bis 105 Millimeter stark.

Auf der Braunkohlengrube cons. Beust bei Grünberg[102]) hat sich die

99) v. Carnall u. Krug v. Nidda, bergm. Taschenbuch. 1847. S. 43.

100) Ottiliä, a. a. O. Bd. 8B. S. 3.

101) Ponson: traité de l'exploitation des mines t. I. p. 468.

102) Jahrb. d. schles. Vereins f. B.- u. H.-Wesen. Bd. 2. S. 354.

Benutzung von Pflöcken (Keilen) oder noch besser von hölzernen Kasten zwar bewährt, die Arbeit ging aber zu langsam. Man gab deshalb dem Ort eine elliptische Form, ersetzte die Thürstöcke durch eiserne Bogen und verzog die Stösse mit Brettern; das Ort wurde durch gusseiserne 47 bis 63 Centimeter lange, 31 Centimeter hohe Kasten gesichert, welche nach Innen offen waren und vorn durch eine Thür geschlossen wurden, und welche durch eine Schraubenvorrichtung vorwärts gepresst wurden; die durch die Kasten eingeschlossenen Massen wurden beim Oeffnen der einzelnen Thüren beseitigt.

Ganz ähnlich, wie auf der Beustgrube, nur in grösserem Massstabe verfuhr man beim Tunnel unter der Themse zu London. Man trieb gusseiserne Kasten, mit schmiedeeisernen Rändern versehen, in den Ortsstoss, jeder Kasten (Schild) war nach der Höhe in 3 Abtheilungen und jede Abtheilung in Fächer getheilt, welche mit beweglichen Platten geschlossen waren; durch Druckschrauben, die sich gegen das unmittelbar nachfolgende Mauerwerk stützten, wurde das Schild um 10 bis 13 Centimeter vorgeschoben und die dadurch abgeschlossene Masse beseitigt.

Eiserne Pfähle wurden zur Vollendung eines Durchschlags bei Tarnowitz[103]) benutzt, als 78 bis 105 Millimeter starke Bohlen nicht mehr halten wollten. Die Pfähle waren 10 Millimeter stark, 26 Centimeter breit, 1,439 Meter lang, aus zwei Stücken zusammengenietet; man hatte darunter der Länge nach 10 Centimeter starke Träger angebracht, die sich aber später als überflüssig herausstellten, ausserdem hatte man sich so eingerichtet, dass ähnliche Pfähle zur besseren Sicherung über die Fugen der ersteren geschoben werden konnten.

Eiserne Pfähle und eiserne Bogen zum Abtreiben mit gleich dahinter folgender Mauerung wurden auf dem Alaunwerk zu Freienwalde[104]) angewendet. In Entfernungen von 52 Centimeter wurden die Bogen aufgestellt, welche 2,145 Meter Höhe, 2,249 Meter Weite erhielten, das Eisen war 92 Millimeter hoch, innerlich 26 Millimeter, äusserlich 39 Millimeter stark, sie bestanden aus 2 Stücken, die in der Mitte der Firste durch zwei Schraubenbolzen verbunden wurden; das eiserne Sohlstück, auf welchem die beiden Bogentheile stehen, war 78 Millimeter breit, 13 Millimeter dick und ruhte auf einer Holzschwelle von 13 bis 15 Centimeter Höhe und Breite; in die eiserne Sohle wurden die Bogenstücke mit Zapfen eingesetzt, unter sich wurden 2 aufeinander folgende Bogen durch runde eiserne Spindeln verbunden, welche 63 Centimeter über der Sohle angebracht wurden. Die Pfähle waren 2,197 Meter lang, 105 Millimeter breit, an der Firste 13, sonst 7 Millimeter dick, sie hatten vorn 2 Löcher von 26 Millimeter Weite, 78 Millimeter auseinander, hinten 7 dergleichen; sie

[103]) Thürnagel in Dr. Karsten Archiv f. Bergbau u. Hüttenwesen Bd. 18. S. 3.

[104]) Dr. Karsten Archiv f. Mineralogie, Geognosie, Bergbau u. Hüttenkunde. 1836. Bd. 9. S. 488.

wurden mittelst einer Brechstange, mit welcher man in die Löcher eingreift, vorwärts geschoben. Die Ortsversatzung erfolgte durch eiserne Platten, die gegen einen in der Ortsmitte aufgestellten Stempel abgesteift wurden. Wenn Raum genug vorhanden ist, wird das Schwanzende der Pfähle mittelst Mauerung unterfangen, der Bogen gelöst und nach der Beseitigung das ganze Anstecken vor Ort wieder verwendet.

In ähnlicher Weise benutzte man eiserne Pfähle und Bogen auf der Braunkohlengrube zu Riestädt[105]). Man hatte drei Hauptbogen zum Abtreiben, 2 kleine als Lehrbogen für die Mauerung; die Bogen waren aus Schmiedeeisen, 39 Millimeter stark in der Mitte der Firste durch 2 Schraubenbolzen verbunden, der Steg oder die Schwelle war 52 Millimeter breit, 26 Millimeter stark, in welche der Bogen mit 26 Millimeter starken Zapfen eingesetzt wurde; 68 Centimeter über dem Steg befanden sich an jeder Seite der Bogen 20 Millimeter grosse, kreisrunde Oeffnungen, durch welche eine 2,511 Meter lange runde Spindel beim Aufstellen der Bogen gesteckt wurde. Die kleineren Bogen erhielten nur runde Spreizen 1,255 Meter über dem Steg. Die Pfähle waren 2,615 Meter lang und 1,988 Meter auf der hinteren Länge mit Löchern zum Vorzwicken versehen.

Würde man mit eisernen Bogen und Brettpfählen abtreiben, was auch nothwendig werden kann, wenn die Flüssigkeit des Gebirges das Durchlochen der eisernen Pfähle nicht gestattet, also das Vorwärtsschieben derselben unausführbar wird, so muss man für Pfändung sorgen, was am besten so geschieht, dass man einen zweiten, engeren Bogen innerhalb des ersten aufstellt, also einen Schlitz zum Einbringen der Pfähle zwischen beiden gewinnt; man könnte die Bogen durch angeschraubte eiserne Klammern halten und diese allmälig mit dem Anstecken der Pfähle entfernen. Wenn dies nicht zu theuer werden soll, muss die Mauerung alsbald nachfolgen, aber stückweise rückwärts, damit immer zuerst die höheren Kopf enden der Pfähle unterfangen werden. Trotzdem werden sich die äusseren grösseren Bogen nicht immer wieder gewinnen lassen, die Brettpfähle bleiben dann gleichfalls stecken.

Ein eiserner wasserdichter Ausbau ist auf der Zinkerzgrube Krug von Nidda bei Iserlohn in einem Querschlage, wo man eine 1 Meter mächtige Kluft angehauen hatte, ausgeführt worden[105a]). Der Ausbau war 17,15 Meter lang und enthielt 32 Picotageringe von 2,8 Meter lichtem Durchmesser; die Ringe bestanden aus 8 Segmenten von 0,5 Meter Höhe, 1 Meter Länge, 35 Millimeter Wandstärke, und erhielten zum Verschrauben untereinander Flantschen von 115 Millimeter Breite. Die beiden Keilkränze sind 250 Millimeter hoch und 500 Millimeter breit, und wurden in dichtes festes, mit Schlägel und Eisen bearbeitetes Gestein verlegt. Zunächst baute man den einen Keilkranz ein, welcher so vermauert wurde, dass

[105]) Ottiliä, a. a. O. Bd. 8B. S. 15.

[105a]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 30B. S. 237.

die folgenden ersten Picotageringe überall gegen Mauerwerwerk zu liegen kamen. Darauf wurden die Ringe so eingebaut, dass das unterste Segment zuerst gelegt wurde und man die folgenden allmälig anschloss, wobei eine vorläufige Verschraubung stattfand; zwischen die Segmente wurden Holzbrettchen von 10 Millimeter Stärke gelegt. Der Raum zwischen den Ringen und dem Streckenstosse wurde sorgfältig mit Holz verkeilt und bei der Kluft gegen eine Holzkleidung abgestrebt, so dass eine Verschiebung nicht stattfinden konnte. Nachdem die Ringe bis auf drei eingebaut waren, brachte man den anderseitigen Keilkranz in gleicher Weise, wie den ersten, ein, worauf man von den fehlenden noch zwei Ringe einbaute und den freien Raum durch einen Passring ausfüllte. Demnächst wurde die Verschraubung beseitigt, die Picotage mit Keilchen von pitch-pine ausgeführt, alsdann Schraubenlöcher durch das Holz gebohrt, die Schrauben wieder eingezogen und mit Hanf und Mennige vollständig verdichtet. Der Einbau hat dem auf ihm lastenden Wasserdruck von 11 Atmosphären längere Zeit durchaus Widerstand geleistet, neuerdings aber sind die Wasser nördlich von demselben durchgebrochen, so dass man zur Verlängerung der wasserdichten Abkleidung wird schreiten müssen.

VI. Zimmerung in Schächten.

a. Bei standhaftem Gebirge.

1. In seigeren Schächten.

aa. Mit rechteckigem Querschnitt.

Bei den Schächten tritt in der Regel Verwahrung aller vier Seiten durch vollständige Rahmen (Geviere) ein; die langen Hölzer derselben heissen Jöcher, die kurzen Kappen (auch wohl Hauptbölzer, Heithölzer) oder man unterscheidet auch lange und kurze Jöcher.

Am besten nimmt man für Schächte beschlagenes oder geschnittenes Eichenholz, doch findet sich auch vielfach Nadelholz rund oder auch beschlagen und geschnitten, wodurch sich mehr Regelmässigkeit erzielen lässt.

Die Verbindung der kurzen und langen Jöcher geschieht durch:

1. Zusammenblatten, sowohl bei kantigen, wie runden Hölzern, wobei jedes Holz auf die Länge des Blatts zur Hälfte ausgeschnitten wird; die Gesichtsseiten im Blatte der langen Hölzer werden nach Oben gelegt. Bei dem s. g. gewendeten Zusammenblatten ist die Verbindung nach Art der Thürstöcke, sie schwächt zwar das Holz weniger, verträgt aber die Belastung von Oben nicht gut.

2. Einkehlen findet nur bei Rundholz statt; die kurzen Hölzer werden eingekehlt. Diese Verbindung ist nicht zu empfehlen, weil sie bei guter Herstellung zeitraubender als das Zusammenblatten und weil sie, wenn nicht noch besondere Unterstützungen angebracht werden, keinen Druck aushält.

3. Zusammenzapfen. In der Regel erhalten die Kappen den Zapfen, die Jöcher das Zapfenloch, oder man wechselt damit, wenn Geviere auf Geviere zu liegen kommt.

4. Stumpfes Zusammenstossen findet man nur bei wasserdichter Zimmerung, wobei aber besser polygonaler Querschnitt angewendet wird.

Zu einem Geviere gehören bei grösseren Dimensionen noch die Einstriche, welche theils zur Verstärkung, theils zur Eintheilung der Schachtscheibe in Trümer dienen; der letztere Zweck bedingt ihre Zahl und Lage. Beim rechteckigen Schacht sucht man sich meist so einzurichten, dass die Einstriche zwischen den langen Jöchern liegen. Insofern nicht andere Verstärkungen nothwendig sind, werden sie bei kantigen Hölzern in die Jöcher eingezapft, wobei man sich am besten des Schwalbenschwanzzapfens bedient; derselbe muss nach Unten beiderseits verjüngt sein, da eine einseitige Verjüngung nichts taugt, auch der einfache Blattzapfen ist zu verwerfen; bei runden Hölzern kehlt man die Einstriche ganz zweckmässig ein oder verbindet sie auch mittelst Zapfen, was indess weniger gut ausführbar ist, als bei kantigen Hölzern.

Das Eintreiben der Einstriche zwischen den Wandruthen geschieht sonst gewöhnlich durch Schlägel und erfordert Mühe und Anstrengung. Beim Mansfelder Kupferschieferbergbau schraubt man deshalb die Wandruthen mittelst Winde auseinander und kann dann die Einstriche ohne alle Mühe einsetzen[106]).

Bei sehr starken kantigen Hölzern kommen noch Zusammenfügungen vor, die das Umkanten verhindern sollen und eine Combination des gewöhnlichen und verwendeten Verblattens sind.

Sehr lange Jöcher, namentlich aus Eichenholz, setzt man der Ersparniss wegen wohl aus zwei Stücken zusammen und belegt die Verbindungsstelle mit eisernen Laschen, die durch Schraubenbolzen gehalten werden; die Zusammenfügung erfolgt entweder mit horizontalem oder geneigtem Schnitt, durch den letzteren soll (?) das Abtröpfen des Wassers befördert und die Gefahr der Fäulniss an dieser Stelle beseitigt werden; übrigens muss an dieser Verbindungsstelle immer ein Einstrich gelegt und für ein Alterniren der Zusammenfügung in den auf einanderfolgenden Gevieren Sorge getragen werden. Da das geschnittene Holz in der Regel eine grössere Querschnittsdimension hat, so entsteht die Frage, ob man die Hölzer hochkantig oder breit stellt; meist hat man sich für die hochkantige Stellung entschieden und zwar mit Rücksicht auf die Belastung von Oben durch Fahrtbühnen, Pumpenlager u. dgl. m.; streng genommen aber muss die Richtung des Gebirgsdrucks entscheiden, denn wenn dieser, was allerdings selten der Fall sein wird, horizontal wirkt, so muss man das Holz breit legen.

106) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17B. S. 62.

Aus den Gevieren setzt sich nun die Schachtzimmerung zusammen und zwar als Bolzenschrotzimmerung und als ganze Schrotzimmerung.

1. Bolzenschrotzimmerung findet statt, wenn der Druck noch so wenig stark ist, dass ein Verziehen zwischen den Gevieren hinreicht. Sie wird in der Regel abtheilungsweise eingebracht in dem Masse, als das Abteufen nach Unten fortschreitet, innerhalb jeder Abtheilung baut man die Rahmen von Unten nach Oben auf. Den Halt (das Fundament) jeder Abtheilung bilden die Tragstempel, eingebühnte Hölzer von langem zu langem Stoss, deren mindestens 2 an den kurzen Stössen, oft ausserdem unter einzelnen oder allen Einstrichen gelegt werden; wie oft solche Tragstempel anzubringen sind, hängt von der Festigkeit des Gebirges ab, d. h. wie lange dasselbe entblösst stehen kann. Jedoch kann man sich hier helfen, indem man zunächst die Gezimmer an Anker hängt, oder wie z. B. in Sachsen, von der Sohle aus durch Bolzen unterstützt, die auf Brettern ruhen, oder durch Unterzüge parallel den kurzen Stössen, welche ebenso abgesteift werden; diese Auskunftsmittel kommen indess meist nur dann zur Anwendung, wenn das Gebirge keinen Halt für Tragestempel gewährt. Sehr lange Tragestempel setzt man zuweilen aus 2 Stücken zusammen und belegt die Verbindungsstelle mit eisernen Laschen. Für geschnittene Tragstempel gilt die Regel, sie stets hochkantig zu stellen. Bei geringeren Dimensionen umgeht man die Tragestempel dadurch, dass man die Kappen mit vorstehendem Ende versieht und bei jedem Geviere einbühnt, oder auch die langen Jöcher in gleicher Weise vorstehen lässt.

Zu den Gevieren kommen stets noch die Bolzen hinzu; es sind dies Spreizen, welche dazu bestimmt sind, das obere Geviere gegen das untere abzusteifen, je nach der Grösse des Schachtes und der Stärke der Hölzer richtet sich ihre Zahl; sie werden, auch wenn die Geviere aus Rundholz bestehen, einfach glatt abgeschnitten und nur während des Legens der Zimmerung durch Klammern gehalten. Die Länge der Bolzen bestimmt die Entfernung der Geviere von einander, welche sich nach dem Gebirge richtet, da bei druckhaftem Gebirge die Geviere näher aneinander gelegt, die Bolzen also kürzer werden; als Maximum der Entfernung von Mitte zu Mitte der Geviere nimmt man 1 Meter an.

Die Stösse werden mit Brettern verzogen, wenn das Gebirge nicht fest steht und ganz oder theilweise einer Abschliessung bedarf; die Bretter reichen von Geviere zu Geviere und werden mittelst Keile, welche zwischen die Bretter und die Jochhölzer geschlagen werden, festgestellt.

Als Regel hat man zu beobachten, dass die Geviere einerseits in genau söhliger Lage sich befinden und durchaus rechtwinkelig zusammengefügt werden, andererseits zu den oberen Hölzern eine seigere Stellung einnehmen; man hat also stets mit Wasserwage und Loth zu arbeiten und muss von Zeit zu Zeit die seigere Stellung des ganzen Schachtes durch Ablothen von der Hängebank her controliren.

2. Ganze Schrotzimmerung besteht allein aus Gevieren, welche

dicht auf einander gelegt werden; ob jedes Geviere auch Einstriche erhält, muss der Druck entscheiden. Bei Rundholz wechselt man gern mit Zopf- und Stammende von Geviere zu Geviere ab. Auch hier baut man sich abtheilungsweise von Unten nach Oben auf Tragestempeln oder auf einem sonst gestützten Geviere in die Höhe; mitunter liegen hier wegen der vermehrten Last mehre Tragestempel übereinander. Die ganze Schrotzimmerung wendet man bei sehr druckhaftem Gebirge im Schachte an, aber auch zur Sicherung von Pumpenlagern, von Schachtmauerfüssen u. dgl. m.

Eine Verstärkung beider Arten von Zimmerung erfolgt:

1. Durch Anbringung von Hub- und Druckspreizen statt der Einstriche oder auch wohl mit diesen zugleich. Dieselben lassen sich am besten bei Rundholz anbringen; durch sie werden zwei entweder unmittelbar übereinander liegende oder auch weiter entfernte lange Jöcher abgefangen; sie üben auf das eine Joch einen Druck, auf das andere eine emporhebende Wirkung aus und verhindern also jenes am Empor-, dieses am Niedergehen. Sollen beide Jöcher desselben Gevieres abgefangen werden, so lässt man die Spreizen sich kreuzen oder steift abwechselnd ab.

2. Kräftiger zur Verstärkung wirken die Wandruthen, welche den Unterzügen der Streckenzimmerung entsprechen; es sind seiger an den langen Stössen angebrachte Hölzer, welche bei Bolzenschrot über 6 bis 7 Geviere reichen. Bei runden Jochhölzern sind die Wandruthen an den Stellen, wo sie an den Jöchern anliegen, ausgekehlt und wirken dann ankerartig. Sie bestehen entweder aus Rundholz oder aus geschnittenem Holze, letzteres selbst bei Gevieren aus Rundholz. Bisweilen stehen die Wandruthen auch an den kurzen Stössen. Im einzelnen Wandruthenstrang stossen die Hölzer entweder nur glatt aufeinander oder sie sind verblattet oder verkämmt; sie werden gehalten entweder durch Einstriche oder durch Einstriche in Verbindung mit Hubspreizen, aber selten durch letztere allein. Bei ganzer Schrotzimmerung bringt man zwischen die Wandruthen auch wohl Einstrich auf Einstrich, dann muss man aber von Zeit zu Zeit eine Oeffnung lassen, um von einem Trum in das andere gelangen zu können.

Der ganzen Schrotzimmerung ähnlich ist die Bohlenumgangs- oder Bohlenschrotzimmerung (Zimmerung mit Umrüsten), welche früher im Plauen'schen Grunde, im Mansfeldischen, auf Braunkohlengruben in der Provinz Sachsen angewendet wurde. Sie besteht aus verblatteten Kasten, welche von Bohlen hergestellt und dicht auf einander gelegt werden, sie bedarf bei grösseren Dimensionen stets Verwandruthung. Auf der Braunkohlengrube Georg bei Aschersleben benutzte man in einem Wasserhaltungsschachte 52 Millimeter starke Eichenbohlen und 157 Millimeter im Quadrat starke Einstriche und Wandruthen; diese Zimmerung hat sich hier gut bewährt, sie wird aber, da die Auswechselung schwierig ist, nur anzuwenden sein, wo gleichmässige Nässe die Dauer sichert, und wo das Gebirge dahinter sich nicht mehr setzt.

Die Einstriche dienen ausser zur Verstärkung der Zimmerung auch zur Eintheilung des Schachtes in verschiedene Trümer, indem zwischen die verschiedenen Schachtabtheilungen Bretter als Schachtscheider an die Einstriche genagelt werden. Wo solche Bretterverschläge nicht auch als Wetterscheider dienen, wo sie also nicht absolut dicht sein müssen, wird aus dem erzgebirgischen Revier[107]) der Vorschlag gemacht, die Trennung zwischen den Schachtabtheilungen durch alte Drahtseile herzustellen, welche an den Einstrichen befestigt werden. Es soll dadurch der Einsturz von Fahrenden aus dem Fahrschacht in den Förderschacht und umgekehrt von einfallenden Gegenständen aus dem Förderschacht in den Fahrschacht verhindert werden, was hauptsächlich durch die Schachtscheider bezweckt wird, ja es soll vermöge der Elasticität der Drahtseile der Anprall das Hineinfallen in die andere Schachtabtheilung verhindern. Ein Versuch ist auf dem Himmelfahrter Abrahamschacht bei Freiberg gemacht und wird wegen der grösseren Billigkeit überall da empfohlen, wo man es nicht mit sauren Schachtwassern zu thun hat. In einzelnen Revieren ist polizeilich vorgeschrieben, dass die Verschläge zwischen Fahr- und Förderschacht dicht hergestellt werden, damit Unglücksfälle durch Hineinstürzen von Menschen, beziehungsweise Gegenständen vermieden werden; in solchen Revieren würde man von den Schachtscheidern aus Drahtseilen füglich keinen Gebrauch machen können.

bb. Mit quadratischem Querschnitt.

Der quadratische Querschnitt verändert in der Schachtzimmerung nichts gegen die bei rechteckigem Querschnitt aufgestellten Grundsätze, nur dass der Unterschied zwischen langen und kurzen Seiten aufhört. Man richtet sich mit Legung der Tragstempel nach der vorhandenen Schachteintheilung, indem man dieselbe unter diejenigen Jöcher bringt, welche den Haupteinstrichen parallel liegen.

cc. Mit polygonalem Querschnitt.

Als definitive Zimmerung findet sich die polygonale nur bei wasserdichtem Ausbau und alsdann regulär polygonal als ganzer Schrot ohne Tragestempel. Ausserdem kommt die polygonale Zimmerung verloren vor bei später von unten herauf auszumauernden Schächten und zwar als regelmässiges Polygon bei späterem runden, als symmetrisches bei späterem elliptischen Querschnitt oder für Mauerung mit vier Bogen. Alsdann legt man passend, beispielsweise bei achteckiger Zimmerung, unter vier Seiten kurze Tragestempel, nach Befinden auch wohl statt an zwei Seiten einen langen Tragestempel in die Mitte und setzt mindestens 8 Bolzen, auch wohl einen neunten in die Mitte. Nur drei Tragestempel zu nehmen ist sehr unzweckmässig.

[107]) Richter: Schachtverschläge von Drathseil in Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 351.

dd. Mit rundem Querschnitt.

Runde Zimmerung ist ausser bei Reifenschächten, wozu 12 bis 14jähriges Holz, am liebsten Buchenholz genommen und durch Einlegen in Wasser biegsam gemacht wird, auf dem Continente zur Unterstützung des Gebirges kaum gebräuchlich, wohl aber in England; ausserdem kommt sie bei wasserdichter Zimmerung in später zu besprechender Weise vor. Auch in England dient diese Zimmerung meist nur als verlorene. Sie besteht statt der Rahmen aus Holzkränzen (cribs)[108]), welche aus Segmenten ähnlich wie die Radfelgen zusammengesetzt werden; die einzelnen Segmente werden stumpf aneinander gestossen und durch aufgenagelte Brettstücke verbunden, an den Verbindungsstellen werden ausserdem zwischen Kranz und Gebirgstoss Brettstücke eingekeilt. Solche Kränze werden auch wohl definitiv in gewissen Zwischenräumen eingebaut, um der stufenweise aufzuführenden runden Mauerung aus Ziegel- oder Bruchsteinen als Unterlage zu dienen; alsdann ruht der Kranz auf einem Gesteinsitz, den man später, wenn sich die Mauerung von unterem Kranze her nähert, wegnimmt. — Bei dem Mansfelder Kupferschieferbergbau hat man den Versuch gemacht[109]), runde Schächte mit runder Zimmerung zu verkleiden, indem man die Stösse mit Pfählen verzog und die sonst üblichen Jöcher durch Holzringe ersetzte, welche aus zusammengefügten, aus 78 Millimeter starken Bohlen geschnittenen Segmenten bestehen. Diese Zimmerung kann nur den Zweck haben, das Ausbrechen und Verwittern des Gesteins in dem Schachtstosse zu verhindern, weshalb sie sich auch bei Tiefbauschächten, welche in einem Gebirge ohne Druck niedergebracht sind, gut bewährt hat, in druckhaftem und zerstörtem Gebirge ist dies aber nicht der Fall. Diese Methode der Schachtbekleidung ist der englischen entnommen, wo sie, wie eben erwähnt, beim Abteufen runder Schächte überall angewendet wird, als Vorbereitung zur Einbringung von Mauerung oder von Tubbings.

Der Richardschacht der Steinkohlengrube Dudweiler bei Saarbrücken enthält einen eisernen Ausbau mit fassförmiger Verkleidung der Schachtstösse. Derselbe ist kreisrund abgeteuft, bis zur Tiefe von 94 Meter in Sandsteinmauerung gesetzt, von wo an der eiserne Ausbau beginnt und bis zur Tiefe von 570 Meter reicht[110]). Nachdem die Anlage gelungen, hat man in gleicher Weise für andere Schächte der Saarbrücker Gruben, so für den Püttlinger Schacht der Grube Luisenthal[111]), für die beiden Camphausenschächte der Grube Dudweiler im Fischbachthale, welche eine Tiefe von über 500 Meter erreicht haben, dasselbe Verfahren angewendet.

[108]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10B. S. 21.

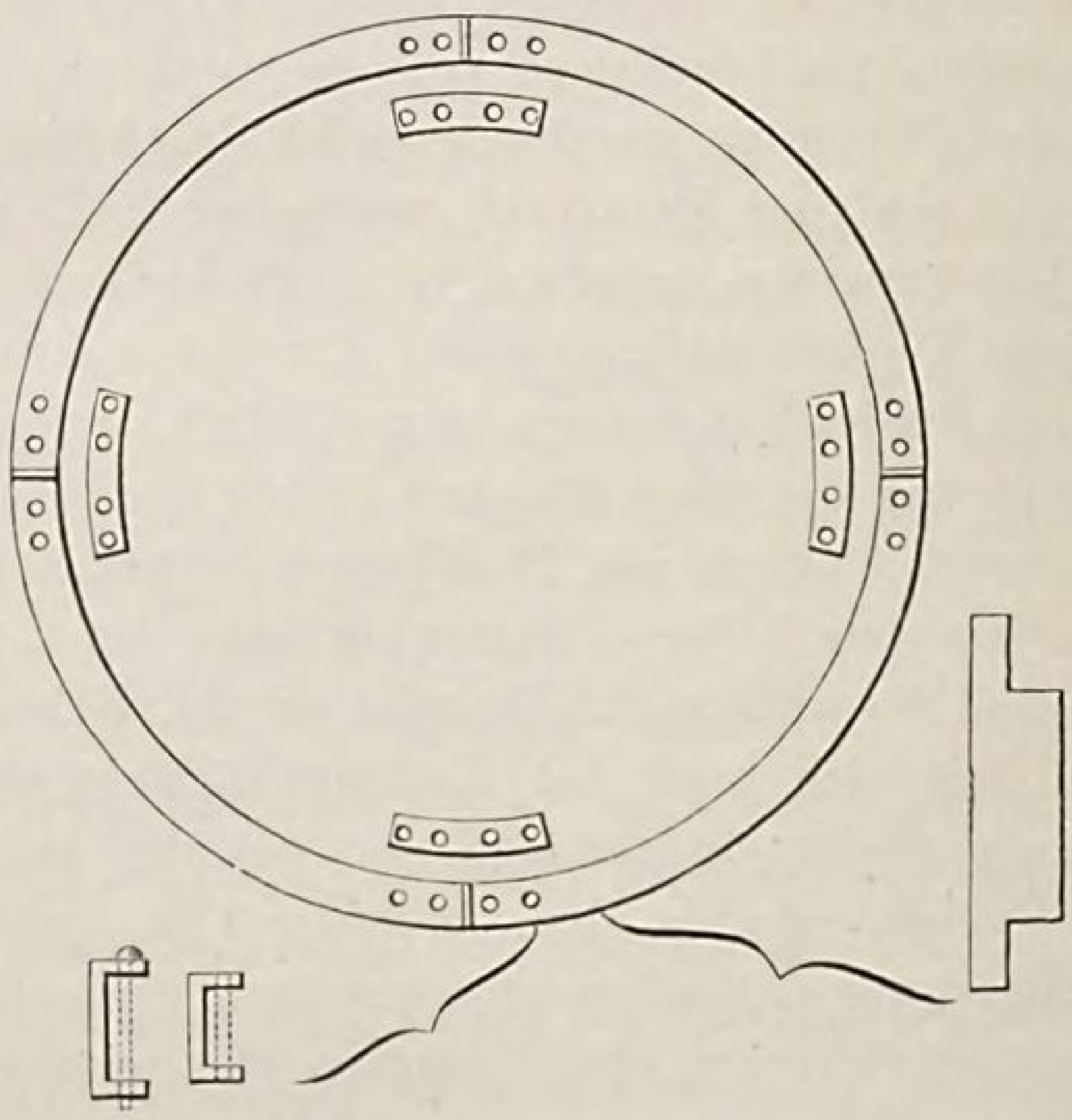
[109]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17B. S. 62.

[110]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20B. S. 364.

[111]) Ebenda. — Glückauf. Essen 1878. No. 18. 23. 24. 25.

Die letzteren haben einen lichten Durchmesser von 5,186 Meter und sind bis 50 Meter Tiefe ausgemauert, von wo der eiserne Ausbau beginnt. Derselbe besteht aus eisernen Kränzen von [Eisen, welche 215 Millimeter äussere Höhe, 87 Millimeter äussere Breite und 14 Millimeter Eisenstärke haben. Jeder Kranz besteht aus vier Segmenten, welche stumpf aneinander gestossen und an den Wechseln durch eingeschobene kräftige Laschen zusammengehalten werden; die Laschen sind [förmig gegossen, 400 Millimeter lang und passen genau in die Kränze hinein. Die Befestigung der Laschen erfolgt durch vier schmiedeeiserne, vertical stehende Bolzen, von denen immer je zwei auf jedes Segementende kommen, sie werden nicht vernietet oder verschraubt, sondern nur lose eingesetzt, Fig. 389. Die

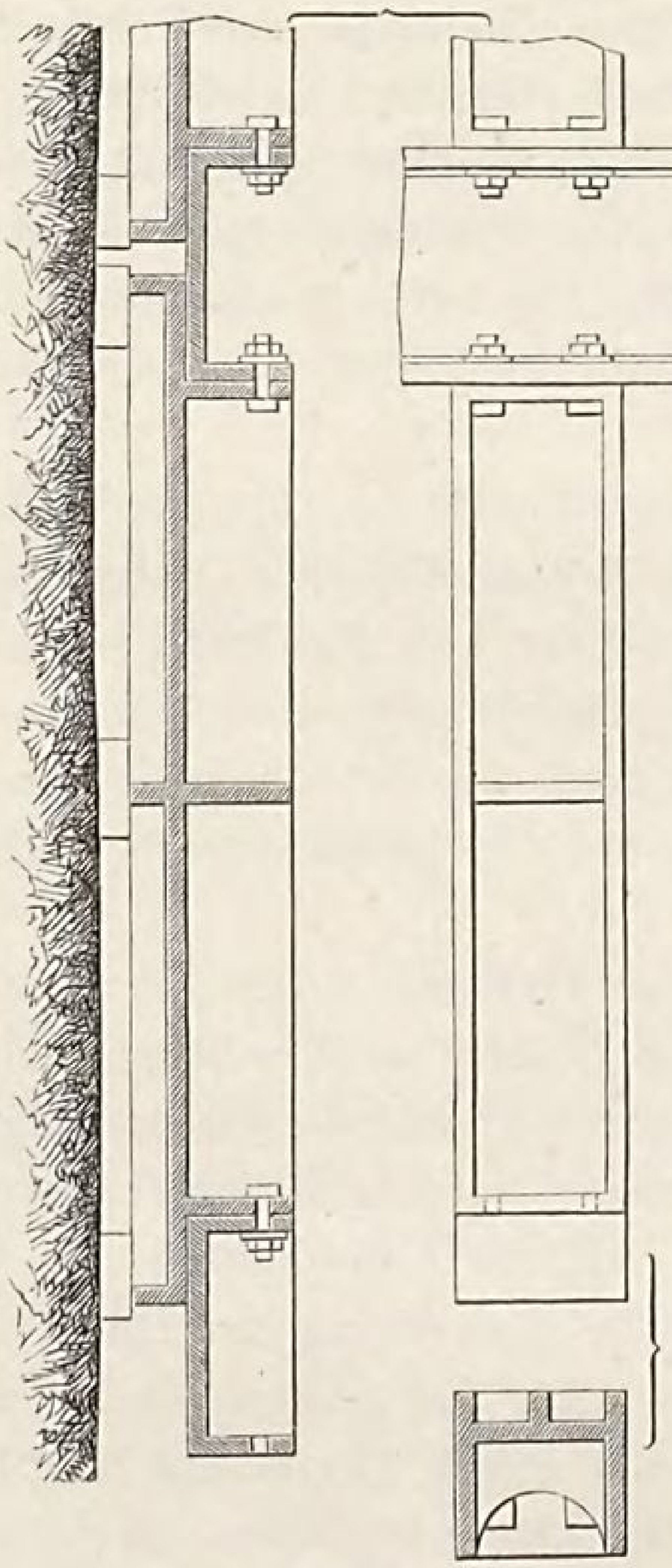
Fig. 389.



Kränze werden unter gewöhnlichen Verhältnissen 1 Meter von einander verlagert. Hinter die Kränze werden 52 Millimeter dicke eichene Bohlen daubenförmrg eingebracht, welche von der Mitte des unteren bis zu der des oberen Kranzes reichen, so dass der ganze Schacht ein fassförmiges Ansehen erhält. Nachdem je nach der Beschaffenheit des Gebirges 3 bis 5 Meter abgeteuft sind, werden 4 Träger in das Gebirge auf der Sohle eingebühnt und auf diese wird der erste Kranz verlagert, worauf hinter dem eiseren Kranz der erste Holzring nebst den Spreizen zum Abfangen und Absteifen des nächst oberen Kranzes aufgestellt wird. Die Spreizen werden aus Eichenholz genommen, können aber auch eiserne sein. Sie haben bei den Schächten im Fischbachthale am oberen und unteren Ende Einschnitte erhalten, so dass sie die beiden Eisenkränze hinten umfangen und in die Holzbekleidung eingreifen, für dieselbe also gewissermassen eine Verspundung bilden. Solcher Bolzen werden zwischen zwei Kränzen 6 aufgestellt. Jeder Ring, vollständig montirt und mit Laschen und Bolzen,

wiegt 750 Kilogramme und kostet bei der ersten Anlieferung 240 Mark auf der Grube. Bei dem Schachte Maybach im Trenkelbachthale der Grube Friedrichsthal bei Saarbrücken hat man neben den Spreizen auch die Einstriche in Eisen hergestellt, sie bestehen wie die Schachtringe aus ⊏ Eisen, während die Spreizen aus Gusseisen gefertigt sind; dieselben werden durch Bolzen mit den eisernen Ringen verbunden, Fig. 390[112]). Auch in anderen Bezirken, wie in Westfalen[113]), bei Aachen, in Frankreich[114]) hat man ähnliche

Fig. 390.



Anwendung des eisernen Ausbaues beim Schachtabteufen gemacht. Bei St. Etienne wendete man eiserne Ringe statt der hölzernen Träger bei Aufführung der Schachtmauer an[115]); auch beim Abteufen des Richardschachtes auf der Grube Dudweiler bei Saarbrücken hat man sich bei Ausführung absatzweiser Schachtmauer gusseiserner, aus 3 Segmenten bestehender Kränze mit innerer Rippe als Träger bedient; dieselben werden von

[112]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 23B. S. 100.

[113]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 25B. S. 230; Bd. 29B. S. 249.

[114]) Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. 2 série, t. II. p. 295.

[115]) Ebenda. 2 série, t. III. p. 739.

schmiedeeisernen, 0,9 Meter langen Pfählen, welche in die Schachtstösse eingetrieben werden, unterfangen[116]).

Auf einer Grube der Société du Couchant du Flénu hatte man einen 113 Meter tiefen Schacht in starke eichene Zimmerung gesetzt, welche fortdauernd Reparaturen erheischte; die Zimmerung war zwölfeckig mit 2,92 Meter innerem Durchmesser. Um den Reparaturen zu begegnen, kleidete man den unteren Theil des Schachtes mit gusseisernen Ringen von 2,5 Meter lichtem Durchmesser und 1,225 Meter Höhe aus, dieselben hatten nach der inneren Seite des Schachtes gekehrte 85 Millimeter breite Flanschen, zwischen denen man Bleiringe zur Verdichtung anbrachte. Einer dieser Ringe erhielt alsbald einen 1,2 Meter langen, fast horizontalen Riss, aus welchem ein starker Wasserzufluss stattfand, so dass es unmöglich war, einen Ausbau des Ringes zu bewirken. Man setzte deshalb in den gebrochenen Ring zwischen die Flanschen daubenartige Segmente von Gusseisen und verkeilte dieselben mit Holzkeilen, wodurch man einen absolut dichten Abschluss erzielte[117]).

Auf der Braunkohlengrube Gottes Hilfe bei Guben hat man die Bolzenschrotzimmerung in Eisen hergestellt. Die Jöcher bestehen aus 8 Millimeter starken doppeltem Winkeleisen von 3,8 Meter, beziehungsweise 2,2 Meter Länge, die 1,2 Meter langen Schachtbolzen sind aus gusseisernen Schienen hergestellt. Ein solches Joch einschliesslich der zugehörigen Bolzen wiegt 190 Kilogramm und ist um die Hälfte theurer, als die frühere Holzconstruction[118]).

In grossem Massstabe fand, wie schon erwähnt, der Eisenausbau beim Abteufen der 7 neuen Schächte im Fischbachthale bei Saarbrücken Anwendung[119]); es soll hier noch näher darauf eingegangen werden. Von diesen Schächten erhielten 6 den gleichen kreisrunden Querschnitt von 5,186 Meter, nur der Schacht Camphausen No. III ist 2,89 Meter im Lichten weit. Die zum Ausbau verwendeten Ringe bestehen aus ⊔ - Eisen, dessen laufender Meter 42,5 Kilogramm wiegt, und dessen Querschnitt 5419 Quadratmillimeter und dessen Tragfähigkeit 60185 Kilogramm beträgt. Das Eisen wird derartig zum Ringe gebogen, dass die Basis an den Schachtstoss zu liegen kommt, während die Schenkel in den Schacht hineinragen. Jeder Ring besteht aus 4 gleichen Segmenten, welche mit gusseisernen Laschen und schmiedeeisernen Bolzen verbunden sind. Das Gewicht eines vollständigen Ringes beträgt 800 Kilogramm. Die Eisenringe werden in Entfernungen von 1 Meter, die Ringhöhe mit eingerechnet, eingebaut. Der Einbau erfolgte in folgender Weise: je nach der Festigkeit des Gebirges

116) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 25 B. S. 231.

117) Dingler polyt. Journal. Bd. 216. S. 284.

118) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 28 B. S. 246.

119) Wenderoth in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26 B. S. 290. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1878. S. 249. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 27. p. 10.

wurden 6 bis 10 Meter abgeteuft, ohne dass irgend welche Zimmerung eingebracht wurde. Der Einbau der Ringe erfolgte von unten nach oben. Nachdem die Stelle für den unteren Ring genau abgemessen ist, wird derselbe auf Traghölzer gelegt, welche in die Schachtstösse eingebühnt sind; er wird nach genauer Feststellung seiner Lage gegen die Schachtstösse verkeilt; darauf werden die Bolzen gesetzt, der zweite Ring gelegt, demnächst die Verpfändung vorgenommen und dahinter die Berge versetzt. In dieser Weise wird fortgefahren und an den zuletzt unterstützten Ring angeschlossen, worauf durch Einbringung der Einstriche und der Leitung der Schachtausbau vollendet wird. Bei den Camphausenschächten wurden Pfähle, Bolzen, Einstriche und Leitungen aus ausgesuchtem Eichenholz hergestellt; in den Kreuzgräbenschächten stellte man auch die Einstriche an den Seiten aus Flacheisen von 156 Millimeter Breite und 26 Millimeter Stärke her, wogegen man in den Maybachschächten für alle Einstriche, Zwischenbolzen und Leitungen Eisen verwendete. Im letzteren Falle bestehen die mittleren oder Haupteinstriche aus I - Eisen, die Seiteneinstriche aus ⊔ - Eisen, die Leitungen aus ungleichschenkeligen L - Eisen oder aus ⊥ - Eisen; die Zwischenbolzen waren anfänglich aus Gusseisen, später auch aus ⊔ - Eisen. In den oberen Teufen sind die Schächte wasserdicht ausgemauert, hier liegen die Einstriche in eingemauerten gusseisernen Stühlchen, damit sie bei nothwendigen Reparaturen leicht herausgenommen werden können. Der Einbau in den Maybachschächten erfolgte in folgender Weise: Es wurden 6 Meter Schacht abgeteuft und zum Einbau von 4 Ringen fertiggestellt. Der Einbau geschieht hier von oben nach unten. An den letzten festgelegten Ring werden die neuen Bolzen angeschraubt, die 4 Segmente des Eisenringes einzeln eingelassen und mittelst Schrauben an die Zwischenbolzen befestigt, worauf die 4 Segmente durch gusseiserne Laschen und schmiedeeiserne Bolzen verbunden werden. Hierauf werden wieder Zwischenbolzen angeschraubt und der zweite Ring gelegt und so fortgefahren, bis 4 Ringe eingebracht sind, deren Gewicht an den zuletzt verlagerten Schachtring hängt. Demnächst werden sie von unten anfangend abgelothet, verkeilt und endlich die Felder mit Eichenbohlen verpfändet, wobei der Zwischenraum zwischen Pfählen und Schachtstössen mit Bergen ausgefüllt wird. Zur Unterstützung des Eisenausbaues und um ein Abreissen zu verhindern, ist jedesmal der zehnte Ring auf eingebühnten Trägern von geschnittenem Eichenholz verlagert. Hierauf werden Einstriche und Leitungen eingebaut und der Schacht in solcher Weise betriebsfähig hergestellt. Die Eisentheile wurden in diesem Falle mit einem Mennigeanstrich versehen. — Bei dem Wetterschacht Camphausen III wurde endlich auch die hölzerne Pfändung durch Eisen ersetzt, indem man bei dem Durchmesser des Schachtes von 2,89 Meter vier Tafeln aus 5 Millimeter starkem Blech 1 Meter hoch zur Verpfählung verwendet. Die Tafeln reichen von Mitte eines Ringes bis zur Mitte des nächsten und werden an kleine Consolen angeschraubt, ausserdem durch

besondere eiserne Bolzen abgesteift. Hiernach ist also dieser Schacht ohne alles Holz hergestellt. Im Allgemeinen haben sich bei dem Eisenausbau in Saarbrücken folgende Vortheile ermitteln lassen:

1. der Schachtausbau in Eisen schreitet bedeutend rascher fort, als Mauerung und ist billiger als diese;

2. der innere Ausbau (Einstriche, Leitungen) in Eisen ist nicht viel theurer, als in Holz, bietet aber sehr viel grössere Dauer und Sicherheit und ist besonders vortheilhaft bei ausziehenden Schächten und in solchen, in welchen Dampfleitungen zu unterirdischen Maschinenanlagen einzubringen sind;

3. das Verbauen der längere Zeit offen zu haltenden Strecken in Eisen ist bedeutend billiger, als in Holz oder gar in Mauerung, da die Unterhaltung sehr wenig kostet und das Eisen nach dem Abwerfen der Strecke noch wieder verwendbar ist;

4. die Eisenzimmerung erfordert geringeren Raum, als Holzzimmerung und Mauerung, weshalb das Auffahren der Strecken billiger ist; auch ist die Verengung der Wetterwege beim Eisenausbau geringer, als beim Holz;

5. die Verschlechterung der Wetter, welches faulendes Holz bewirkt, wird vermieden.

Aus diesen Gründen nimmt die Verwendung von Eisen auf den Saarbrücker Gruben, so wie in anderen Revieren z. B. neuerdings in Oberschlesien[119a]) von Jahr zu Jahr zu, namentlich hat man in den letzten Jahren, wo das Eisen sehr billig zu haben war, von demselben ausgiebigen Gebrauch gemacht.

2. In tonnlägigen Schächten.

Zu den tonnlägigen Schächten gehören in Rücksicht auf die Zimmerung auch die Bremsberge, Ueberhauen und dgl. m.; je nach dem Fallwinkel dieser Betriebe nähert sich die Zimmerung bald mehr der in seigeren Schächten, bald der Streckenzimmerung, sie ist im Detail abhängig von der Weite des Raumes und der Stärke des Drucks. Bei mässigem Drucke genügt eine Reihe von Stempeln, welche zugleich bestimmt sind, die verschiedenen Schachttrüme von einander abzuscheiden; stärkerer Druck erfordert bei flacher Neigung eine Zimmerung, welche der Thürstockzimmerung ähnlich gebildet ist, wobei auch Grundschwellen nothwendig werden können und nach Bedarf Mittelstempel aufgestellt werden, dabei kommen alle Verstärkungen, wie sie früher angegeben, wie Unterzüge, Streben u. s. w. vor. Stark geneigte Schächte erhalten Geviere mit Tragestempeln, Bolzen und den erforderlichen Einstrichen, auch Wandruthen werden bei starkem Druck angebracht: die Bolzen am Hangenden müssen mittelst eines Blattzapfens untergreifen, damit sie nicht herabfallen. Auch hier lassen sich bei kleinen Dimensionen Tragestempel und Bolzen ersparen, wenn man

[119a]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 30B. S. 239.

zwei der Hölzer einbühnt, entweder im Hangenden und Liegenden oder in der Lagerstätte selbst.

b. In lockerem, losem, schwimmendem Gebirge.

Abtreibearbeit.

Die Abtreibearbeit kommt im eigentlichen schwimmenden Gebirge nur für seigere Schächte vor, bei Aufräumen von Brüchen auch wohl für tonnlägige Schächte. Notizweise ist das Ausschachten (casting out) der Engländer zu erwähnen, welches bei einer Mächtigkeit von 5 bis 6 Meter der lockeren Massen angewendet wird; man wirft eine Grube mit abgeböschten Seiten bis auf das feste Gebirge aus, führt von hier aus Zimmerung bis zur Tagesoberfläche auf, wobei man erforderlichen Falls mit Lehm hinterfüllt, um das Zusitzen der Wasser zu verhindern und wirft dann die Grube mit den herausgeholten Massen wieder zu.

Die eigentliche Abtreibearbeit[120]) hat im Allgemeinen bei der gewöhnlichen Ausführung dasselbe Princip, wie bei Strecken; sie wird in neuerer Zeit bei grösserer Mächtigkeit der Massen und bedeutenderen Dimensionen der Schächte durch Senkarbeit ersetzt, welche sich von jener durch das continuirliche Niedergehen des Ausbaues unterscheidet, der oben verlängert, beziehungsweise erhöht wird. In jedem Falle ist es zweckmässig und nothwendig vor Beginn der Arbeit das Gebirge durch Bohren zu untersuchen.

Da Tragestempel zur Unterstützung der Zimmerung nicht anzubringen sind, so muss man für einen sichern Halt der Schachtzimmerung in anderer Weise sorgen, indem dieselbe gewissermassen angehängt werden muss, was in vielen Fällen dadurch geschieht, dass man auf der Hängebank die s. g. Rüstbäume, oft doppelt über einander, anbringt; dieselben greifen weit über die Schachtstösse hinaus, werden mit Bergen und ähnlichen Massen überstürzt und belastet und dienen zugleich zur Aufstellung der Pumpen und Maschinen. Statt ihrer hat man da, wo bedeutende Wasserhaltung erforderlich ist, zur Sicherstellung der Maschinen bei Brüchen und Auskesselungen vollständige Sprengwerke nach den Grundsätzen der Zimmermannskunst angelegt.

An diese Rüstbäume werden die ersten Geviere angeklammert und diese wieder mit den nächst tieferen durch Klammern verbunden; auch unterstützt man wohl die Geviere von Unten durch Bolzen, welche auf der Sohle ruhen. Man hat zu unterscheiden die Ansteckgeviere, welche Pfändung erhalten und die Hilfsgeviere, welche dazu dienen, den Pfählen die nach aussen greifende Richtung zu geben und auch deren Durchbiegung zu verhüten, sie liegen etwa in der Mitte des Feldes, also etwa 0,262 bis

[120]) v. Carnall u. Krug v. Nidda, bergm. Taschenbuch 1846. S. 185. — Ottiliä a. a. O. Bd. 8B. S. 2. — Thürnagel a. a. O.

0,523 Meter unter dem Ansteckgeviere und sind um die halbe Divergenz der Pfähle grösser, als die Ansteckgeviere.

Hinsichtlich der Pfähle gilt das beim Abtreiben der Strecken Gesagte; sie sind 1 bis 1,5 Meter lang, oft auch wohl länger, um sich gegenseitig zu decken, zweiseitig, besser nur einseitig zugeschärft, mit glatten Seitenkanten und verbrochenen Köpfen versehen; die Eckpfähle haben eine trapezoidale Form, an denen auch das Abtreiben beginnt.

Statt die Gezimmer aneinander zu klammern, lässt man sie sich auch nur mittelst Bolzen auf einander stützen und giebt den nöthigen Halt durch die Wandruthen, welche da, wo sie anliegen, ausgekehlt werden. Das unterste Gezimmer ruht dann auf Brettern, die quer über die Schachtsohle gelegt sind, damit es nicht einsinkt, doch dürfen die Bretter nach aussen nicht vorstehen, damit den Pfählen das Vordringen nicht verhindert wird.

Mit dem allmäligen Vertiefen der Sohle steift man das unterste Geviere durch vorräthig gehaltene Bolzen ab, deren richtige Länge man durch aufgetriebene Keile erlangt.

Wenn die Sohle nicht vertäfelt ist, so treibt man ein Vorgesümpfe vor, um die Wasser darin anzusammeln und aus demselben zu heben. Dasselbe besteht entweder aus einem kleinen Geviere, hinter dem Pfähle ohne Pfändung senkrecht niedergetrieben sind oder neuerdings aus Kasten oder Cylindern von Eisenblech. Beim Abteufen im Schwimmsand hat man sich auf der Braunkohlengrube Karl[121]) bei Völpke (Provinz Sachsen) mit Erfolg eines cylinderischen Vorgesümpfes bedient, welches man dadurch herstellt, dass man 3,139 Meter lange, schmiedeeiserne Pfähle einzeln eintreibt und den dadurch gebildeten hohlen Raum durch eiserne Ringe offen erhält; der lichte Durchmesser des gebildeten Cylinders beträgt 0,941 Meter. Direct von der Sohle des Schachtes dürfen die Pumpen nicht heben, um durch dieselben nicht das flüssige Gebirge ansaugen zu lassen; zu dem Zwecke verstopft man auch alle offenen Stellen, auch den Boden des Vorgesümpfes mit Stroh u. dgl. m. vermittelst eines Spiesses, wobei man ins Auge zu fassen hat, dass nicht das Wasser zurückgehalten, sondern nur abfiltrirt werden soll, um die Gebirgstheile von den Pumpen fern zu halten; ausserdem hat die Ausstopfung den Zweck, zu verhindern, dass irgend wo leere Räume entstehen, damit, wenn ein Sinken der Zimmerung eintreten sollte, dieselbe nicht kippt, sondern im Ganzen sinkt.

Bei der Durchsinkung schwimmenden Gebirges muss man durch Wandruthen verstärken, welche aneinander gekämmt werden; sobald aber festere Lagen erreicht sind, muss man Tragestempel anwenden und die obere Zimmerung unterfangen. Wenn es vorkommt, dass ein oder der andere Pfahl durch den Druck nach Oben zurückgedrängt wird, so meisselt man die

[121]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17B. S. 58. — Glückauf. Essen 1869. No. 31.

Köpfe sämmtlicher Pfähle in gleicher Höhe ab und legt darüber ein Brett, welches gegen das höhere Gezimmer abgesteift wird.

Um sich der lästigen Wirkung der Wasser zu entziehen, soll man es niemals, wo es überhaupt möglich ist, unterlassen, eine Rösche zu treiben, damit das Gebirge wenigstens theilweise abgetrocknet wird. Ebenso muss man die Gelegenheit wahrnehmen, die Wasser auf eine tiefere Strecke abbohren zu können, wobei Verröhrung des Bohrlochs nothwendig wird. Um aus dem Vorgesümpfe die Wasser in das Bohrloch abzuleiten, hat man auf Friedrichsgrube[122]) einen Heber benutzt, welcher mit dem kurzen Schenkel im Vorsumpfe das Wasser ansaugt und durch den langen in das Bohrloch abgiesst.

Die Sohle braucht nicht verwahrt zu werden, wenn das Gebirge nicht völlig schwimmend ist; wenn dies aber der Fall, so wird eine vollständige Vertäfelung nothwendig, welche beim weiteren Abteufen stückweise aufgenommen werden muss, die in der Vertäfelung zu machende Oeffnung darf also nur so gross sein, dass sie sich leicht wieder verschliessen lässt. Als Vertäfelungen benutzt man:

1. Gewöhnlich Bedeckung der ganzen Sohle dicht mit Bohlen quer durch den Schacht, über welche der Länge nach Bohlen gelegt und welche durch Stempel gegen das höhere Joch abgesteift werden; in anderen Fällen drückt man sie im Ganzen oder Einzelnen durch anderweitige Belastung nieder; unter die Bohlen bringt man Stroh.

2. Die ganze Sohle wird durch eine zusammenhängende Platte bedeckt, in deren Mitte und an deren Ecken leicht verschiebbare Oeffnungen angebracht sind, dieselbe wird gegen das letzte Joch abgespreizt und belastet, um nach dem Herausnehmen des Gebirges ein gleichmässiges Sinken zu bewirken.

3. Klötzelvertäfelung, wie auf den Gruben Concordia bei Nachterstedt, ver. Christoph Friedrich bei Hornhausen, entspricht der Sicherung eines Ortsstosses durch Keile; dieselbe ist nur anwendbar, wenn das Gebirge möglichst homogen und ohne grössere Geschiebe ist. Man wendet parallelepipedische Klötze aus Eichen- oder Fichtenholz von 26 bis 31 Centimeter Querschnitt und 31 bis 39 Centimeter Länge an, dieselben werden mit einem 52 bis 105 Millimeter weiten Loche durchbohrt, welches nach unten trichterförmig erweitert wird; die Klötze werden oben mit eisernen Bändern, unten mit eisernem Schuh versehen. Sie werden an Stelle der Zumachebretter reihenweise nebeneinander gestellt und mit eisernen Handrammen und zwischen gelegten Aufsetzern von Holz oder Eisen niedergetrieben. Hierbei tritt das Gebirge durch die Löcher in die Höhe, was man durch Verstopfen derselben mittelst Stroh regulirt oder durch Ausbohren derselben, wenn sie sich voll gesetzt haben. Parallel den Klotzreihen hat man quer durch den Schacht im oberen Joch Spreizen angebracht, gegen welche

122) Thürnagel, a. a. O. Bd. 4. S. 218.

die Klötze durch Bolzen abgesteift werden, so lange sie nicht getrieben werden. Das Vorgesümpfe wird dadurch gebildet, dass man das Einrammen von der Schachtmitte beginnt und jede Reihe 13 bis 15 Centimeter vor der nächsten vorstehen lässt. Unmittelbar an den Stössen werden die Klötze nach der Pfändung abgeschrägt, damit sie unmittelbar an die Pfähle anschliessen, ausserdem werden aber noch besondere Keile zwischen der äussersten Klotzreihe und der nächst innern eingetrieben, um den Anschluss desto dichter zu machen.

Wenn man mit der Getriebezimmerung nicht mehr vorwärts kann, so bleiben zwei Mittel übrig, entweder Vorgehen mit kleineren Dimensionen, um abzutrocknen, gleichsam ein Vorgesümpfe im Grossen zu bilden, oder senkrechtes Anstecken. Das senkrechte Anstecken hat den Uebelstand, dass der Schacht dadurch verengt wird, dennoch kommt es häufig auf den Braunkohlengruben in Sachsen[123]) vor, wenn man die zu durchsinkende Mächtigkeit kennt und hoffen darf, mit ein oder zwei Anstecken durchzukommen. Von vorn herein ist es gebräuchlich in England (sinking by piling), wo man unser gewöhnliches Abtreiben nicht zu kennen oder doch nicht zu benutzen scheint; kennt man hier die Mächtigkeit, so kann man sich von Anfang an mit den Dimensionen einrichten. Im Allgemeinen hat das senkrechte Anstecken viel Aehnlichkeit mit dem Herstellen von Spundwänden bei Wasserbauten.

Das piling pflegt mit rundem Durchmesser vorgenommen zu werden. Auf der Steinkohlengrube Framwellgate Moor bei Durham[124]) waren 43,890 Meter zu durchteufen, weshalb man den Durchmesser anfänglich 9,144 Meter weit nahm, nachdem die oberen 17,315 Meter im oberen trockenen Lehm mit gewöhnlicher Zimmerung durchteuft waren. Es werden runde Kränze (cribs) von 152 Millimeter starkem Holze angewendet, welche 76 Millimeter von einander gelegt und durch kurze Spreizen gegen einander abgesteift werden; an der inneren Seite befestigt man die 4,572 Meter langen, 51 Millimeter starken, unten zugeschnauzten Pfähle mit Nägeln und treibt das Ganze mit Treibefäusteln nieder, indem man nach jedem Treiben das unten abgeschlossene Gebirge beseitigt; ist das Anstecken vollendet, so bringt man ein neues an. Solcher Anstecken hatte man auf der bezeichneten Grube acht, deren jedes um 45 Centimeter enger als das vorhergehende war, so dass der Schacht, als man festes Gebirge erreichte, auf 4,369 Meter Durchmesser verengt war. Von hier aus führte man Mauerung in die Höhe und füllte den zwischen der Mauer und der Zimmerung freibleibenden Raum mit Thon aus. Ganz ähnlich wird das Verfahren von der Grube Old Bedlington bei Newcastle[125]) beschrieben, nur hat man hier auch die äussere Seite der Kränze mit Brettern beschlagen, um ein leich-

[123]) Ottiliä a. a. O. Bd. 8B. S. 23.

[124]) Greenwell: A practical Treatise on Mine Engineering pag. 127.

[125]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. Bd. 10B. S. 21.

teres Rutschen der Zimmerung beim Treiben zu erreichen. Auch das Verfahren in Sachsen ist dem beschriebenen ähnlich, doch wendet man es hier niemals auf so grosse Mächtigkeiten an. Auch in Westfalen hat man auf dem Schachte der Grube Rhein und Ruhr bei Ruhrort[126]) derartige Zimmerung angewendet, doch waren hier einige Abänderungen hinsichtlich des Aneinanderschliessens der Ansteckhölzer durch die rechteckige Form der Schächte geboten. Man nimmt dieselben 5,649 Meter lang, wenn wahrscheinlich ein Anstecken ausreicht, sonst nur 3,766 Meter lang, um das Durchbiegen zu vermeiden, im ersteren Falle giebt man ihnen 20 Centimeter, im anderen 15 Centimer Stärke im Quadrat, so dass die Stärke mit der Länge wächst; das untere Ende wird zugeschärft, entweder nur nach Innen oder auch nach Aussen, im letzteren Falle verhält sich die Höhe der inneren Zuschärfung zur äusseren wie 1 : 3, wodurch das senkrechte Eindringen bedeutend befördert wird. Die Kopfenden werden verbrochen, auch wohl mit eisernen Ringen umlegt, die Schwanzenden mit angenagelten, eisernen Schuhen versehen, insbesondere bei Kies, Geröllen, Geschieben; die Seitenflächen werden sorgfältig gesäumt, auch wohl behobelt und erhalten Nuten zum Einlegen von Federn. Statt solcher Pfähle benutzt man bei geringerem Drucke auch wohl Bohlen von 52 bis 78 Millimeter Stärke, 20 bis 26 Centimeter Breite, entweder stumpf aneinander gepasst oder durch dreieckförmige Einschnitte aneinander gefügt, was aber viel Reibung veranlasst und das Treiben erschwert. Auch wendet man statt der Pfähle zwei sich deckende Bohlenanstecken an, was sehr vortheilhaft wegen der vollständigen Fugendeckung und hinsichtlich des Antreibens ist, da immer nur eine der Bohlenreihen am Gebirge liegt, die andere also viel leichter nachzutreiben ist. Zur Geradführung bringt man ein oder zwei Lehrgeviere innerhalb der Schachtzimmerung an und klammert sie an diese fest. Meist kann man nur in Absätzen von 0,942 bis 1,255 Meter abtreiben, teuft dann innerhalb des Ansteckens ab, legt demnächst ein neues Lehrjoch und macht mit dem Stecheisen den Pfählen zum neuen Treiben Luft. Das Treiben geschieht entweder mit 9 bis 10 kg schweren Fäusteln oder mittelst Rammen oder mittelst Wagenwinden. Die Rammen sind mehre Centner schwere Eisenstücke, welche zwischen transportablen Leitungen laufen, dieselben werden so verlegt, dass der Rammbär jedes Mal senkrecht auf den Pfahl trifft; gewöhnlich erfolgt die Bewegung mittelst eines Haspels über Tage, wobei man dem Bär eine Fallhöhle von etwa 1,569 Meter giebt; das Rammen ist wegen des starken Prellens und der dadurch hervorgerufenen Erschütterung nicht zu empfehlen. Die Wagenwinde wird mit ihrem unteren Ende auf die Pfahlköpfe gesetzt, mit der Klaue gegen ein oberes Gezimmer gestützt. Bei einer Getriebezimmerung auf der Steinkohlengrube Georg in Oberschlesien hat man bei Herstellung des Sumpfkastens oder dann, wenn die

[126]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10A. S. 204.

Pfühle nur schwer vorwärts zu bringen waren, eine hydraulische Presse angewendet. Das obere Pfahlende wurde mit einer eisernen Kappe versehen, auf welche der Presskolben passte; der Fuss der Presse stemmte sich gegen die untere Fläche eines gegen die Schachtjöcher abgespreizten Widerlagers. Dabei betrug der Hub der Presse und dem entsprechend der Vortrieb des Pfahls 47 bis 52 Centimeter[127]). Hat man den Schacht mittelst der senkrechten Anstecken bis auf festes Gebirge gebracht, so kann man ihn, wenn es nöthig ist, auf die früheren Dimensionen zuführen, oder auch, wenn er noch genügende Dimensionen trotz der Verengerung hat, weiter abteufen. — Auf der Braunkohlengrube Friederike bei Welsleben (Provinz Sachsen) bediente man sich des senkrechten Ansteckens zur Durchteufung eines 6,277 Meter mächtigen Schwimmsandlagers. Der Schacht hatte beim Erreichen dieses Lagers Dimensionen von 3,139 Meter Länge und 2,511 Breite. Man ging nun in Dimensionen von 1,255 und 0,785 Meter mittelst senkrechten Ansteckens von 3,139 Meter langen Bohlen vor, mit welchen man 0,628 Meter tief in eine unter dem Sande liegende Thonschicht eindrang. Demnächst trieb man 0,628 Meter von dem ersten Anstecken entfernt ein neues nieder, ging aber nur von 157 zu 157 Millimeter vor und beseitigte jedes Mal die um 157 Millimeter frei gewordenen Pfähle des ersten Ansteckens durch Abhauen und senkte das vor den Pfahlköpfen liegende Joch um eben so viel; in solcher Weise langte man wieder auf der Thonschicht an und hatte die Diemensionen des inneren Schachtes auf 1,883 und 1,255 Meter erweitert. Demnächst brachte man noch ein Drittes, alsdann noch ein viertes Anstecken in gleicher Weise, wie das zweite nieder, wodurch man die ursprünglichen Dimensionen von 3,139 und 2,511 Meter am Schachte wiederum erreichte.

Wenn es unmöglich ist, die Sohle im Ganzen tiefer zu bringen, so theilt man sie in mehre Abtheilungen und sucht eine derselben voraus zu bringen, die dann zugleich ein Vorgesümpfe bildet und das Gebirge gleichsam drainirt; dies geschieht sowohl beim gewöhnlichen Abtreiben, als beim senkrechten Anstecken. Im letzteren Falle werden gleichsam Dämme oder Spundwände quer durch den Schacht gezogen, wie auf der Braunkohlengrube Columbus bei Hamersleben[128]) und auf den Steinkohlengruben Guido und Susannawunsch in Oberschlesien[129]). Dieses Verfahren entspricht also dem oben angedeuteten anderen Mittel, die Getriebezimmerung zu unterstützen, sowie dem Sitzorte beim Abtreiben von Strecken.

Neuerdings hat man statt dessen angefangen, in kleinen Dimensionen mit Senkmauerung niederzugehen unter Anwendung von Sackbohrern, was bei homogenem Gebirge stets vortheilhaft ist: später wird der Schacht auf die erforderlichen Dimensionen erweitert, indem die Mauerung allmälig

[127]) Zeitschr. ebenda. Bd. 20B. S. 358.

[128]) Ottiliä a. a. O. Bd. 8. S. 23.

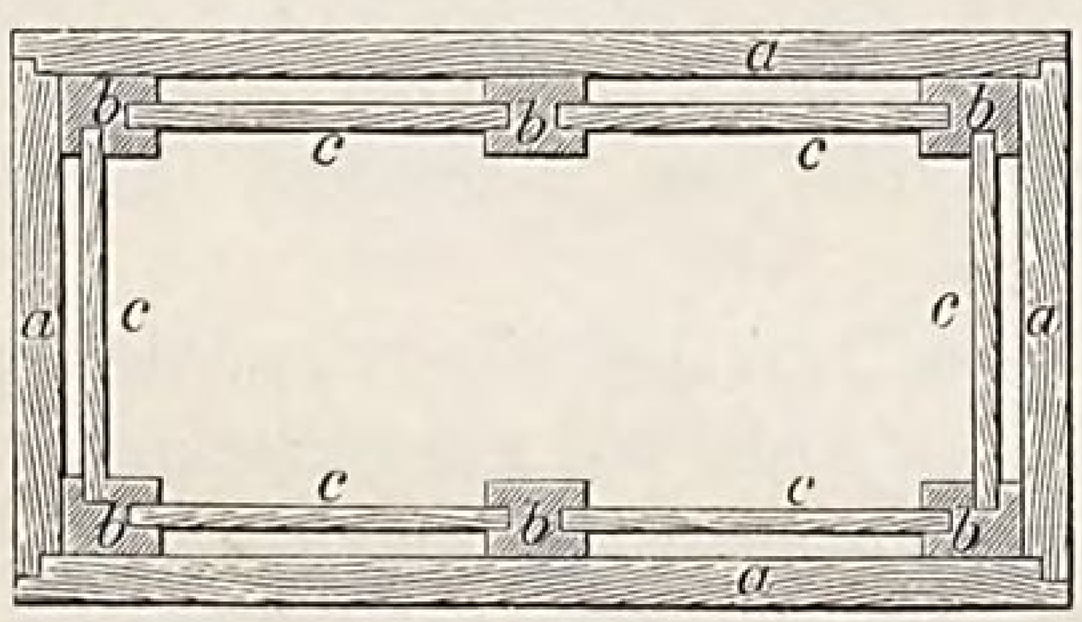
[129]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 8A. S. 181.

abgebrochen wird. Die Ausführung ist zwar den später zu besprechenden Senkmauern ähnlich, aber dadurch unterschieden, dass man, weil man drainiren will, absichtlich nicht wasserdicht ausmauert, wie z. B. auf der Braunkohlengrube Sophie bei Wolmirsleben[130]), wo man selbst in die Mauer Röhren von Eisenblech einlegte, um die Wasser aus dem Gebirge in den Senkschacht zu führen. Auch sind in der Gegend von Eisleben zu demselben Zweck Eisenblechcylinder durch Schrauben eingetrieben worden, doch ist es sehr fraglich, ob es nicht rationeller sein möchte, in solchem Falle von vorn herein die Anwendung des eigentlichen Senkschachtes, von dem später die Rede sein wird, zu wählen.

Bei sehr grossen Dimensionen ist übrigens die Abtreibearbeit an sich nicht recht rathsam und, wenn der Schacht lange Dauer haben soll, so wird bald ein sicherer Ausbau durch Mauerung oder Eisen nothwendig.

Das Abtreiben in tonnlägigen Schächten kommt selten vor, allenfalls beim Durchteufen verbrochener Baue, aber wohl niemals durch schwimmendes Gebirge; wenn es zur Anwendung gelangt, so bietet es besondere Eigenthümlichkeiten nicht dar. — Auf verschiedenen Gruben im Revier Guben, so wie auf den Braunkohlengruben bei Grünberg hat die Schwierigkeit, senkrechte Schächte nieder zu bringen, dahin geführt, zur Vorrichtuug tieferer Sohlen mit tonnlägigen Schächten auf der Lagerstätte niederzugehen. In Grünberg benutzte man diese Schächte zur Wasserhaltung und teufte, nachdem man den Punkt vom flachen Schachte

Fig. 391.



aus unterfahren und abgebohrt hatte, einen seigeren Förderschacht ab; leider ist dieses Verfahren von dauerndem Erfolge nicht begleitet gewesen, weil durch den späteren Abbau so viel Wasser dem Tiefbau zugeführt wurde, dass er verlassen werden musste.

Dem senkrechten Anstecken ähnlich ist noch die Schützenzimmerung zu erwähnen, welche auf russischen Braunkohlenbergwerken[131]) bei 1,883 bis 2,197 Meter schwimmenden Schichten angewendet wird. Man teuft zuerst mit Kasten d. i. Umgangszimmerung a a a a in Fig. 391 bis auf diese Schicht ab, treibt darauf in den Ecken und in der Mitte der langen Stösse 157 Millimeter im Quadrat starke Pfosten b b aus Eichen-

[130]) Ottiliä a. a. O. S. 24.

[131]) Leo, Lehrbuch der Bergbaukunde. Quedlinburg 1861. S. 225.

holz mittelst Rammen unter Führung durch Lehren bis 0,628 Meter tief unter die Schicht ein und setzt in die Nuten dieser Pfosten Bretter cc von 31 Centimeter Breite und 39 Millimeter Stärke, treibt dieselben in das Gebirge und räumt den durch sie abgesperrten Boden aus, setzt alsdann neue Bretter auf und treibt dieselben von Neuem ein u. s. f. Man muss dafür Sorge tragen, dass die Pfosten durchaus senkrecht eingetrieben und die Bretter vor dem Einsetzen genau vorgerichtet werden.

B. Mauerung.

In der frühesten Zeit wurde die Mauerung nur in Schächten angewendet, erst vom 16. Jahrhundert findet man sie auch beim Ausbau von Strecken, namentlich von Stolln, so z. B. wurde der Fürstenstolln zu Schneeberg 1562, zu Freiberg 1591 ausgemauert.

Man hat im Wesentlichen zu unterscheiden und zwar hinsichtlich der verwendeten Steine: Mauerung aus Bruchsteinen und aus künstlichen Steinen (Back-, Ziegel- oder Barnsteine), die letzteren sind in neuerer Zeit sehr häufig im Gebrauch, besonders und fast ausschliesslich bei wasserdichter Mauerung; hinsichtlich der Verbindung muss man unterscheiden: trockene und nasse Mauerung, bei der ersteren werden die Steine ohne Weiteres neben und über einander gelegt, bei der anderen die Fugen mit einem Bindemittel ausgefüllt. Die Bindemittel sind selbst wieder verschieden, im Allgemeinen aber doppelter Art: Luftmörtel und Wasser- oder hydraulische Mörtel (Cemente im engeren Sinne). Bruchsteine werden sowohl trocken als nass vermauert, künstliche Steine immer nass.

In der gewöhnlichen Baukunst sind ausserdem noch hervorzuheben: Luftziegel, aus Lehm geformte und nur getrocknete, aber nicht gebrannte Steine; hieran schliesst sich der Pisébau, bei welchem die Wände lagenweise aus Lehm aufgestampft sind; unter Tage ist der Pisébau, wenn auch mit ungünstigem Erfolge, bei Dämmen zur Absperrung von Grubenbrand versucht[132]); etwas Aehnliches ist das Verletten der Schächte mit Lehm.

Endlich sind noch die Schlackenziegel als Ersatz der Steine zu erwähnen, die bei einfachen Scheibenmauern Anwendung finden, sich in neuerer Zeit auf dem Oberharz auch zur Gewölbemauerung mit Widerlagern von Grauwackenbruchsteinen bei nicht übermässig druckhaftem Gebirge als zweckmässig bewährt haben[133]).

[132]) Ottiliä a. a. O. Bd. 8B. S. 327.

[133]) Ebenda Bd. 17B. S. 63.

I. Materialien.[134])

a. Steine.

1. Bruchsteine.

Die Bruchsteine müssen folgende Eigenschaften haben:

1. hinlängliche Festigkeit und Härte, doch dürfen sie nicht zu gross sein, um die Kosten der Bearbeitung nicht zu sehr zu erhöhen,

2. Widerstand gegen den Einfluss der Luft und Feuchtigkeit, d. h. gegen das Verwittern,

3. plattenförmige Gestalt, besonders für Gewölbe, und angemessene Grösse; kugelig abgesonderte Gesteine oder solche, die nur in grossen Blöcken brechen, eignen sich für Grubenmauerung gar nicht oder doch wenigstens nicht zu Gewölben. Die Dicke solcher Steine darf nicht gut unter 78 Millimeter, nicht über 200 bis 300 Millimeter sein, die Länge nimmt man von 0,314 bis 1,569 Meter, die Breite von 0,314 bis 0,942 Meter je nach den Dimensionen des Grubenbaues und der Mauerstärke. Gute plattenförmige Steine nennt man auch wohl lagerhaft, oder man sagt, sie haben Lager und Kopf und bezeichnet mit dem letzteren Ausdruck, dass noch zwei Flächen rechtwinkelig zur Schichtung oder zu den Hauptflächen vorhanden sind.

Hiernach eignen sich vorzugsweise: Gneis, Thonschiefer, wenn er in nicht zu dünnen Tafeln bricht, Glimmer- und Hornblendeschiefer, welche wegen ihrer Structur sehr lagerhaft sind; von mittelmässigem Werthe sind dagegen plutonische Gesteine, wie Granit, Porphyr, Basalt, welcher letztere indess, wenn er in regelmässige Säulen zerklüftet ist, zu Scheibenmauern brauchbar ist. Ausserdem stehen Kalksteine und Sandsteine in Anwendung; Schieferthone der jüngeren Formationen taugen niemals wegen der leichten Verwitterbarkeit, auch bei Sandsteinen und Conglomeraten ist Vorsicht in der Auswahl nöthig, je quarziger (kieseliger) das Bindemittel ist, desto besser, je thoniger, desto schlechter sind sie; manche Sandsteine zerfallen durch Verwitterung sogar in losen Sand.

Gewinnt man die Steine durch Steinbruchsbetrieb über Tage, so darf man sie nicht aus den Lagen unmittelbar unter der Dammerde entnehmen, weil dieselben in der Regel eine geringere Festigkeit besitzen.

In der gewöhnlichen Baukunst hat man Rücksicht auf Eisklüftigkeit zu nehmen, worunter man die Eigenschaft versteht, bei Frost oder überhaupt beim Wechsel der Temperatur zu zerbröckeln, was namentlich im Winter geschieht. Diese Eigenschaft kommt bei der eigentlichen Grubenmauerung weniger in Betracht, allenfalls ist sie wichtig bei Stollnmundlöchern, Tageröschen und allen Mauerwerken, welche dem äussern Tem-

[134]) Gottgetreu: Die Baumaterialien. Berlin 1869; dritte Auflage: physische und chemische Beschaffenheit der Baumaterialien. Berlin 1880/81.

peraturwechsel ausgesetzt sind. Man kann die Steine untersuchen, ob sie eisklüftig sind, indem man Würfel von 52 Millimeter Seite schneidet, diese in einer kalt gesättigten Lösung von schwefelsaurem Natron bis zum Aufwallen der Flüssigkeit kocht, darin noch eine halbe Stunde sieden lässt und dann frei über einem Glase mit ähnlicher Lösung aufhängt; nach etwa 24 Stunden bedecken sich die Würfel mit feinen Salznadeln, welche man abspült, demnächst wiederholt man dieselbe Operation so oft, wie sich noch neue Salzkrusten bilden. Wenn der Stein eisklüftig ist, fallen Körner und Blättchen seiner Substanz ab, seine Kanten und Ecken stumpfen sich zu, was darauf beruht, dass sich das schwefelsaure Natron beim Krystallisiren aus der Lösung ähnlich ausdehnt, wie das Wasser beim Gefrieren zu Eis.

2. Ziegelsteine.

Die Ziegelsteine müssen zur Brauchbarkeit folgende Eigenschaften besitzen:

1. sie müssen hinreichend hart und fest sein, um zu widerstehen und beim Transport nicht zu zerbrechen,

2. sie müssen genaue und gerade Seitenflächen und scharfe Kanten haben, um gleichmässig aufzuliegen,

3. sie müssen den Mörtel scharf anziehen d. h. sich innig mit ihm verbinden, beziehungsweise an ihm haften, weshalb Porosität bis zu einem gewissen Grade erforderlich ist, etwa so, dass sie $^1/_{15}$ ihres Gewichts Wasser ansaugen; daher taugen glasirte Ziegel nicht, auch können aus diesem Grunde Schlackenziegel nur beschränkte Anwendung finden,

4. sie müssen leicht und sicher zu bearbeiten sein d. h. nicht unter dem Hammer zerbröckeln,

5. sie müssen der Luft und dem Wasser widerstehen.

Man unterscheidet ungare, gare und übergare Ziegel, die ersteren sind zu wenig, die letzteren zu stark gebrannt, dadurch gesintert bis zum Anfange des Glasirtwerdens; gute gare Ziegel erkennt man nächst Abwesenheit der Sinterung an hellem Klange, dagegen ist die an einigen Orten übliche Schätzung nach der Farbe nur local giltig, weil sie von Beimengungen der Ziegelerde bedingt wird.

Besonders sorgfältig muss die Auswahl für wasserdichte Mauerung erfolgen, wo neben Scharfkantigkeit die Abwesenheit von Substanzen, welche dem Wasser nicht widerstehen, wichtig ist. Zu solchen Substanzen gehört kohlensaurer Kalk, mag er sich innig gemengt oder in Stücken in der Ziegelerde befinden; bei kleineren Mengen wird die Masse geneigt zu schmelzen, bei grösseren bleibt kaustischer Kalk im Stein zurück, was man sofort erkennt, wenn man den Stein in Wasser bringt, indem ein Aufbrausen stattfindet. Ferner geben Beimengungen von organischen Resten, Pflanzenstengeln u. s. w. Veranlassung zu Höhlungen, indem dieselben beim Brennen der Steine verkohlen oder ganz verbrennen; die Anwesenheit von

Schwefelkies, welcher beim Brennen röstet, giebt Gelegenheit zu Sinterungen und zur Bildung von leicht löslichen Vitriolen.

Gute Ziegelerde darf nicht zu fett sein, damit sie beim Brennen nicht zu sehr schwindet und dadurch nicht die Steine reissen; fetter Thon schwindet $^1/_4$, selbst $^1/_3$, magere Thone haben zu wenig Zusammenhang, als bestes Verhältniss gilt $^3/_4$ Thon, $^1/_4$ Sand.

Das Vorbereiten der Ziegelerde erfolgt in der Weise, dass man sie im Herbst aussticht und in höchstens 1 Meter hohen Haufen aufschichtet, welche so lange, bis es der Frost nicht mehr erlaubt, unter Begiessen mit Wasser umgestochen werden. Vor dem Gebrauch werden die Massen alsdann durch Treten mit Wasser eingesümpft und nöthigenfalls unter Zusatz von Sand zum Formen zurecht gemacht. Gares Ziegelgut muss ganz gleichmässig im Durchschnitt sein, was man am besten durch Abschneiden mit einem Draht erkennt.

Die Form der Steine ist überwiegend die parallelepipedische, Gewölbe- und Keilziegel kommen im Ganzen bei Grubenmauerung nicht häufig vor und wohl nur bei sehr kleinen Krümmungslinien. Bei den parallelepipedischen Steinen ist das Format nicht gleichgiltig, weil zu grosse Steine mehr Abgang an Bruch geben, zu kleine sehr viel Fugen und dadurch Mehraufwand an Bindemittel erfordern; in Preussen hat man früher für die Staatsbauten drei Formate vorgeschrieben:

für das grösste	$11^1/_2$ Zoll	Länge,	$5^1/_2$ Zoll	Breite,	$2^1/_2$ Zoll	Dicke,
für das mittlere	10 „	„	$4^5/_6$ „	„	$2^1/_2$ „	„
für das kleinste	9 „	„	$4^1/_2$ „	„	$2^1/_8$ „	„

Die mittleren Dimensionen sind die gewöhnlichen, doch nimmt man meist 5 Zoll Breite, so dass die Stärke von einem halben Stein entsteht, wenn man ihn der Länge nach, von einem ganzen Stein, wenn man ihn der Quere nach in die Mauer einlegt. Auch in anderen Ländern ist das Format dem mittleren preussischen ziemlich gleich.

In Folge Einführung des Metermaasses sind die obigen Vorschriften über die Dimensioneu der Mauerziegel aufgehoben und nach dem Vorgange des Architektenvereins in Berlin für Staatsbauten in Preussen als Regel nur Ziegel von 25 Centimeter Länge, $12^1/_2$ Centimeter Breite und $6^1/_2$ Centimeter Dicke vorgeschrieben[135]).

Das Formen der Steine erfolgt, indem man die Masse in hölzernen Rahmen oder eisernen Kasten einknetet; zur leichteren Entleerung der Formen bestreut man sie mit Sand, auch mit Steinkohlenasche, oder benässt sie mit Wasser, was den Steinen eine glattere Oberfläche giebt, aber die Arbeit erschwert. Ein geübter Arbeiter liefert täglich 7 bis 8000 Steine, selten und nur bei der günstigsten Witterung 10 bis 11000 Stück. Zum Formen und selbst auch zur Vorbereitung der Ziegelerde sind Maschinen, vielfach construirt, doch noch nicht allgemein in die Praxis eingedrungen.

[135]) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin Bd. 15. S. 135.

Beim Formen hat man auf das Schwinden der Masse beim Trocknen und Brennen Rücksicht zu nehmen, damit der fertige Stein die richtigen Dimensionen hat; hierüber angestellte Versuche auf der königl. Ziegelei zu Joachimsthal bei Eberswalde haben folgende Resultate gegeben:

1. Thon von genügender Steifigkeit, vermischt

a. mit $^1/_4$ Sand, schwindet bei 12 Zoll Länge um 1,5 Zoll,
b. „ $^1/_5$ „ „ „ 12 „ „ „ 1,6 „
c. „ $^1/_6$ „ „ „ 12 „ „ „ 1,9 „

2. Thon von grösserer Steifigkeit, vermischt

a. mit $^1/_4$ Sand, schwindet bei 12 Zoll Länge um 1,75 Zoll,
b. „ $^1/_5$ „ „ „ 12 „ „ „ 1,92 „
c. „ $^1/_6$ „ „ „ 12 „ „ „ 2,08 „

Die geformten Ziegel werden auf den Trockenplätzen an der Luft getrocknet; man legt sie zunächst flach nieder, stellt sie dann, wenn sie, ohne zerdrückt zu werden, gehandhabt werden können, auf die hohe Kante und schichtet sie bei noch grösserer Festigkeit in Gestalt von Mauern auf, die man zum Schutze gegen Regen mit Stroh bedeckt.

Das Brennen der lufttrocknen Ziegel erfolgt in Oefen oder Feldbränden. Die Oefen geben weniger Ausschuss, erhalten die Form besser, erfordern aber feste Ziegelstätten, dadurch Kapitalauslagen, auch mehr Transportkosten und mehr Brennmaterial, sind dagegen aber auch ziemlich unabhängig von der Art des Brennmaterials. Feldbrände werden in der Regel nur mit Steinkohlen und zwar ganz mageren bearbeitet. Man baut auf der Sohle aus den zu brennenden Steinen Luftzüge, beziehungsweise Schürgassen auf und ordnet darüber die Steine hochkantig über einander zu grossen parallelepipedischen Haufen, wobei die Fugen zwischen den einzelnen Lagen mit Gruskohlen ausgefüllt werden; ein Brand enthält nicht leicht unter 4000 Stück Steine, oft 500000 bis 1 Million Stück. Grosse Brände sind vortheilhafter, als kleine wegen der im Verhältniss geringeren Oberfläche, was eine bessere Regulirung des Ofens gestattet; zu diesem Zweck wird der ganze Haufen allmälig mit einer Lehmschicht bedeckt und durch diese das Feuer je nach dem Stande des Brennens geregelt. Auf 1000 Stück Steine rechnet man eine Beschickung von (3 bis 5 Scheffel) $1^1/_2$ bis $2^3/_4$ Hektoliter Kohlen, wobei man die Fugen unten etwa 13 Millimeter, oben etwas weiter nimmt. Der Abgang an ungaren (bleichen) und übergaren Steinen beträgt von 10 bis 25 pCt. der eingesetzten Steine. Auf Schwinden kann man im Mittel 14 pCt., an Verlust von Ziegelerde 11 pCt., zusammen also 25 pCt. rechnen, wonach man den Bedarf an Lehm zu bemessen vermag. Die Grundfläche der Feldbrände ist in der Regel quadratisch, man setzt 26 bis 30 Ziegel hochkantig über einander, so dass bei mittlerem Format die Höhe der Haufen 3,295 bis 3,766 Meter beträgt. Die kleineren Brände gebrauchen 10 bis 14 Tage, die grossen von $^1/_2$ Million Steinen 5 Wochen und je nach der Witterung mehr zum Garbrennen.

Die Construction der festen Oefen ist eine sehr mannigfaltige und kann hier übergangen werden.

Bei der Ausmauerung der Schächte bei St. Etienne hat man früher Bruchsteine (Möllons) aus Kohlensandstein oder gebrannte Steine angewendet; die ersteren sind theurer, wie die anderen, aber sie gewähren den Vortheil, die Arbeit zu beschleunigen und eine geringere Fugenfläche erforderlich zu machen. Um dieser Vortheile anderweitig theilhaftig zu werden hat man künstliche Steine aus hydraulichem Cement, welcher schnell erhärtet, geformt und diese zur Schachtausmauerung benutzt. Nach verschiedenen Versuchen bediente man sich einer Mischung von: 24000 kg hydraulischem Kalk, 13000 kg Cement, 48 Kubikmeter gesiebter Kohlenasche, 72 Kubikmeter feinem und sehr trocknem Sand, welche 100 Kubikmeter Beton ergaben. Zu einem Schachte von 3,50 Meter Durchmesser brauchte man für einen Umgang 13 Steine von 0,84 Meter Bogenlänge mit 5 Millimeter Fugenbreite, die Länge der Steine war 0,30 Meter, die Höhe 0,45 Meter. Die Masse erhärtete so schnell, dass die Steine unmittelbar nach dem Formen von der Stelle bewegt werden konnten, doch erhärteten sie vollständig erst nach 4 Monaten, obwohl sie an Stellen ohne Druck schon früher verwendet werden konnten. Seit den ersten Versuchen sind solche Steine vielfach in Frankreich zur Anwendung gelangt[136]. — Swaty in Wien stellt durch eine Combination von Mauerziegeln mit Cement Quadern in allen gewünschten Grössen für Grubenmauerung her, welche von grosser Dauer und absolut fest sein sollen[137].

b. Bindemittel.

1. Luftmörtel.

Der Luftmörtel wird aus kaustischem Kalk und Sand zusammengesetzt. Der Kalkstein wird gebrannt und verliert dabei Wasser und Kohlensäure, je nach der Reinheit bis zu 45 Gewichtsprocent. Beim Brennen hat man um so grössere Aufmerksamkeit anzuwenden, je unreiner der Kalkstein ist, da bei Kieselthongehalt leicht ein Todtbrennen eintritt, so dass sich der gebrannte Kalk beim Uebergiessen mit Wasser nicht mehr vollständig löscht, indem durch zu starke Hitze eine Silicatbildung eingeleitet ist. Zum Kalkbrennen wendet man Schachtöfen sehr verschiedener Construction an, je nach Art des Brennmaterials; Steinkohlen giebt man schichtenweise in Abwechselung mit dem Kalkstein auf, wozu man aber nur magere oder sinternde Kohlen anwendet. In neuerer Zeit richtet man die Oefen mit äusseren Feuerungen ein.

Man unterscheidet nach der Natur des gebrannten Kalkes fetten und

[136]) Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. 2 série, t. III. p. 723.

[137]) Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins für Steiermark u. Kärnthen. 1876. S. 252.

mageren und den Kalk zur Luftmörtelbereitung wohl überhaupt als Weisskalk, Lederkalk. Der erstere Unterschied wird am bemerkenswerthesten bei der gewöhnlichen Weise des Löschens, nämlich bei dem Einsümpfen, was in Uebergiessen mit Wasser besteht; fett ist derjenige Kalk, welcher hierbei einen sehr zähen Brei giebt, stark am Volumen zunimmt (gut gedeiht) und viel Sandzusatz verträgt, mager dagegen derjenige, welcher einen kurzen Brei giebt, wenig gedeiht und nur geringen Sandzusatz erlaubt. Die Vergrösserung des Volumens schwankt hiernach von $^1/_4$ bis zu $^4/_4$ und selbst $^{14}/_4$. Der eingesümpfte Kalk kann nur unter Bedeckung von Sand oder Wasser aufbewahrt werden.

Löscht man den Kalk nur durch Besprengen mit Wasser, was für hydraulischen Kalk empfohlen ist, oder durch Zerfallenlassen an der Luft, so ist die Volumenzunahme nur unbedeutend, auch muss der so gelöschte Kalk sofort verarbeitet werden.

Der Sand, welcher dem Mörtel zugefügt wird, soll grössere Berührungsfläche geben und das Reissen beim Austrocknen verhindern. Er muss frei von verwitternden Bestandtheilen sein, daher erforderlichen Falls zuvor abgeschlämmt werden, er darf keinen Schmutz in der Hand zurücklassen, muss in der Hand knirschen. Je scharfkantiger die Körner sind, desto besser ist der Sand; gleiche Grösse der Körner ist nicht erforderlich, nur darf sie nicht bedeutender sein, als die Dicke der Fuge, weshalb man zur Zurückhaltung der grösseren Körner den Sand durch Durchwürfe mit Maschen von 4 bis 7 Millimeter Oeffnung wirft. Die Menge des zuzusetzenden Sandes ist nach der Beschaffenheit des Kalkes verschieden, sie schwankt von dem $^2/_3$ und $^3/_4$fachen bis zum 3fachen der Kalkmenge, als äusserste Gränze bei Grubenmauerung ist sogar das 10fache gebraucht, was aber entschieden zu viel ist.

In Betreff der Theorie der Erhärtung geht aus zahlreichen Untersuchungen, namentlich in neuerer Zeit von Schrötter, Bauer, Vogel[138]) u. s. w., in Verbindung mit älteren Untersuchungen von Fuchs[139]) zur Evidenz hervor, dass unter geeigneten Verhältnissen bei leichtem Zutritt von Kohlensäure, namentlich in feuchter Luft, in verhältnissmässig kurzer Zeit ein vollständig neutrales Carbonat sich bildet, ja dass selbst oft mehr Kohlensäure vorhanden ist, als zur Sättigung der Kalkerde nothwendig erscheint, die dann auf Rechnung anderer Basen kommt, dass aber ferner durch eine solche vollständige Neutralisirung die Festigkeit des Mörtels nicht zunimmt, sondern im Gegentheil eher abnimmt, da sich nicht eine dem Marmor, sondern der Kreide ähnliche Masse bildet, was auch schon von Fuchs behauptet ist. Dagegen geht im Innern der Mauern die Umwandlung oft sehr langsam und unvollständig vor sich, so dass man dort

[138]) Dingler polyt. Journal. Bd. 147. S. 190.

[139]) Dingler polyt. Journal. Bd. 49. S. 271. — Poggendorf Annalen der Physik Bd. 27. S. 591.

krystallinischen, halb kohlensauren Kalk ($\dot{C}a\,\ddot{C} + \dot{C}a\,\dot{H}$) findet. Nebenbei zeigt sich eine Einwirkung des Kalkes auf den Quarzsand in der Weise, dass sich eine gewisse Menge kieselsauren Kalkes bildet, der aber bei freiem Zutritt von Kohlensäure bald zersetzt wird und daher dann nur in geringen Mengen vorhanden ist, dessen Quantität hingegen mit dem Alter steigt, wenn die Kohlensäure nicht frei zutreten kann. Die Festigkeit des Mörtels wird geringer, sobald die Kohlensäure so reichlich zutritt, dass sich neutrale kohlensaure Kalkerde bilden kann. Beispielsweise hat man den Mörtel zusammengesetzt gefunden

	in der Bastei in Wien	im Bürger-Cavalier daselbst	ebenda	in d. Rothenthurm-Bastei daselbst
bei einem Alter von	662 Jahren	546 Jahren	303 Jahren	50 Jahren
aus				
löslicher Kieselsäure	10,40	7,53	3,98	1,12
Sand	32,50	37,00	45,30	51,42
Kalkerde	23,52	25,04	17,40	18,26
Talkerde	8,50	5,33	9,92	5,02
Thonerde	2,56	2,20	3,42	4,80
Eisenoxyd	1,56	2,08	4,25	
Kohlensäure	16,24	18,20	10,30	18,70
Wasser	1,48	2,49	5,49	3,31

In dem letzten Mörtel hatte eine vollständige Umwandlung in kohlensaure Kalkerde stattgefunden. Aehnlich findet sich auch lösliche Kieselsäure in den Bauwerken von München, Hannover und a. a. O.

2. Hydraulische Mörtel.[140])

Die hydraulischen Mörtel enthalten im Allgemeinen Kieselsäure, Kalkerde, Thonerde als wesentliche Bestandtheile, doch würde nach Fuchs die Thonerde nicht wesentlich sein; manche rechnen die Thonerde der Kieselsäure zu oder nehmen neben einem Silicat ein Aluminat an. Jedenfalls steht fest, dass die Kieselsäure nicht in dem Zustande von Quarz wirkt, sondern in aufgeschlossenem Zustande vorhanden sein muss; in diesen geht die Kieselsäure über, wenn man die Silicate der Thonerde einem gewissen Hitzegrade unterwirft, wenn man sie brennt. Neben der Kalkerde kann Magnesia vorhanden sein, Alkalien sollen die hydraulischen Eigenschaften erhöhen, vielleicht weil sie beim Brennen auf die Kieselsäure einwirken. Nach Rivot und Chatoney[141]) bildet sich aus Kalkstein, welcher Kieselsäure in Form von feinem Quarz enthält, beim Brennen ein Kalksilicat $= \dot{C}a^3\,\dddot{Si}$ und im Wasser 6 $\dot{H}$, oder auch dasselbe Kalksilicat mit einem

[140]) Dr. W. Michaelis: Die hydraulischen Mörtel. Leipzig 1869.

[141]) Dingler polyt. Journal. Bd. 143. S. 352.

Kalkaluminat = $\dot{C}a^3\ddot{S}i + \dot{C}a^3\dddot{A}l$, welches im Wasser gleichfalls 6 $\dot{H}$ aufnimmt; das Aluminat soll aber weniger gut sein.

aa. Trassmörtel.

Der Trassmörtel ist ein Gemenge aus gelöschtem Kalk mit Substanzen, welche die Kieselsäure in dem geeigneten Zustande enthalten. Solche Substanzen kommen in der Natur vor als vulkanische Tuffe, wohin die schon den Römern bekannte, eine weiche, zerreibliche Masse bildende Puzzolane von Neapel gehört, ferner Santorinerde, der Duck- oder Tuffstein im Brohl- und Nettethale bei Andernach, welcher gemahlen den Trass giebt; ähnliche Ablagerungen finden sich zu Duisdorf bei Bonn[142]), bei Monheim an der Donau in Baiern, im Norden von Island und a. a. O. Ausserdem aber lassen sich solche Substanzen künstlich durch Brennen von kieselhaltigen Stoffen bereiten, obschon man hier bei den in Rede stehenden Gemengen sie gar nicht oder doch nicht ausschliesslich benutzt, wie gargebrannte Ziegel in Pulverform, ausgesiebte Steinkohlenasche u. dgl. m. Die Gewinnung des Ducksteins, welcher im Brohlthale 4,708 bis 15,693 Meter mächtige und oft mit 18,831 bis 31,385 Meter hohen anderen Massen überschüttete Ablagerungen bildet, im Nettethale aber nur 2,511 bis 4,394 Meter Deckgebirge hat, erfolgt jetzt durch Abraumarbeit und Steinbruchsbetrieb, während die unterirdische Gewinnung verboten ist. Die Zerkleinerung an Ort und Stelle geschieht unter Pochwerken mit Sieben vor den Stampfern oder unter Mühlen mit horizontalem Bodenstein und verticalen Läufern, oder unter Mühlen nach Art der Getreidemühlen, oder auch durch Quetschwerke. Bei grösserem Bedarf bezieht man zur Verhinderung der Verfälschung besser den Stein und mahlt ihn am Gebrauchsorte. Das Mahlen muss zu feinerem Korn getrieben werden, als der Mauersand besitzt, doch darf man nicht zu Staub mahlen, so dass man die scharfen Kanten noch zwischen den Fingern fühlen kann. Verwitterung und Transport des gemahlenen Steins sind nachtheilig, weil dadurch der Trass leicht sein hakiges Korn einbüsst; auch Nässe und Feuchtigkeit schaden, feucht gewordenen Trass muss man vor dem Gebrauch sorgfältig trocknen.

Der Trassmörtel besteht entweder aus Kalk und Trass allein, oder es wird ein Theil Trass durch Ziegelmehl ersetzt, wozu aber nur gare Ziegel geeignet sind, doch muss man mit diesem Zusatze vorsichtig sein wegen der sehr verschiedenen Zusammensetzung der Ziegelerde und des sehr verschiedenen Hitzgrades, den die Ziegel erhalten haben. Für das Mischungsverhältniss ist die Güte des Kalkes bestimmend, im Allgemeinen nimmt man in Westfalen 2 Volumen Trass oder dem entsprechende hydraulische Massen auf 1 Volum Kalk und dabei Ziegelmehl zum Trass im Ver-

[142]) Verhandl. des naturhistor. Vereins der preuss. Rheinlande u. Westfalens. Bonn 1860. Sitzungsberichte der niederrhein. Gesellschaft in Bonn. S. 72.

hältniss von 3 : 5 oder 2 : $6^1/_2$ oder auch 1 : 4. Beispielsweise hatte man dem Volumen nach eine Mischung von

	gelöschtem Kalk	Ziegelmehl	Trass bester Qualität	Trass mittlerer Qualität
auf Neu-Köln	2	1	2	2
auf Karolinenglück	4	$1^1/_2$	$6^1/_2$	—
auf Helene Amalie	2	3	5	—
im oberen Schachttheile daselbst	4	3	5	—
auf General	3	2	3	—

Reinen Trassmörtel muss man überall da anwenden, wo die Wasserzuflüsse stark, der Druck gross ist. Statt Ziegelmehl nimmt man auch wohl Steinkohlenasche, welche aber weniger zu empfehlen ist wegen der anhaftenden Kohlentheilchen; so mischt man z. B. für Dämme 3 Theile Trass, 1 Theil Asche, 2 Theile Kalk. Sandzusatz wirkt nicht hydraulisch, darf daher nur bei unwichtigen Bauwerken vorkommen; man mischte auf der Steinkohlengrube Friederika bei Bochum 3 Theile Kalk, 2 Theile Sand, 3 Theile Trass, auf der Steinkohlengrube Nachtigall bei Witten 3 Theile Kalk, 3 Theile Sand, 3 Theile Trass.

Die Bereitung des Trassmörtels, wobei eine möglichst innige Vermengung aller Theile beabsichtigt wird, erfolgt theils von Hand[143]) bei grosser Masse neuerdings wohl in Mengetrommeln[144]) oder besser in Knetmühlen. Diese sind im Allgemeinen konische Gehäuse, in denen sich eine mit Armen versehene Welle dreht, die Arme sind spiral gestellt und tragen Messer mit etwas nach Aussen gerichteter Schneide. Auf der Steinkohlengrube Westfalia bei Dortmund hatte man ein Gehäuse von 1,439 Meter Länge, oben 81, unten 52 Centimeter Durchmesser, aus 26 Millimeter starken tannenen Brettern mit einem 52 Millimeter starken eichenen Boden, welches mit eisernen Ringen gebunden war; oben war eine trichterförmige Erweiterung zum Aufgeben, unten ein Schieber mit Gerinne zum Ablassen angebracht. Die Welle hatte 8 eiserne Arme, die Länge der Messer betrug zu jeder Seite 78 Millimeter, dieselben waren an den unteren Armen näher zusammengestellt, als an den oberen. Die Trommel wurde durch ein 2,197 Meter im Durchmesser haltendes Wasserrad mit 10 bis 14 Umdrehungen in der Minute betrieben, von welchem auf die Trommel eine Bewegung von 70 bis 80 Umdrehungen in der Minute übertragen wurde. Die Materialien wurden vorläufig gemengt, dann eingefüllt und zwar $4^1/_2$ Hektoliter hydraulischer Kalk mit $^1/_4$ Kubikmeter Wasser, dann $2^1/_2$ Hektoliter Trass, dann nochmals $1^1/_3$ Hektoliter und endlich $3^5/_6$ Hektoliter, zusammen $7^2/_3$ Hektoliter Trass, wodurch die Trommel auf $^2/_3$ bis $^3/_4$ ihrer Höhe gefüllt wurde; binnen 7 Minuten war die Mengung vollendet und wurden

[143]) Huyssen: Die Anwendung der Mauerung zum Abdämmen der Grubenwasser in Westfalen in Dr. Karsten u. Dr. v. Dechen Archiv. 1853. S. 14.

[144]) Der Berggeist. Köln 1860. S. 222.

10 Hektoliter Mörtel gewonnen, so dass in 12 stündiger Schicht etwa 148 Hektoliter Mörtel dargestellt wurden, wobei auf 1 Arbeiter $29^2/_3$ Hektoliter kommen, während 1 Arbeiter mit der Hand höchstens $9^1/_3$ Hektoliter in der Schicht mengen kann.

Der Trassmörtel muss immer ganz frisch verwendet werden, weshalb immer nur der augenblickliche Bedarf zubereitet werden darf. Die Erhärtung findet frühestens in 5 bis 6 Wochen, spätestens in 3 bis 4 Monaten statt, wobei man je nach dem Bedürfniss der langsameren oder schnelleren Erhärtung die richtige Mischung durch Versuche feststellen muss.

bb. Wasserkalke und natürliche Cemente.

Jeder thonhaltige Kalkstein erhält beim Brennen mehr oder weniger hydraulische Eigenschaften; bei 10 pCt. Thongehalt sind diese Eigenschaften schwach, aber der Kalk gedeiht schon weniger beim Einlöschen, bei 20 bis 30 pCt. Thon erhärtet er sehr fest und lässt sich nach dem Brennen noch einlöschen, ohne pulverisirt zu werden, bei höherem Thongehalte zerfällt der Stein nach dem Brennen weder an der Luft, noch im Wasser.

Die thonhaltigen, aber noch einlöschbaren Kalke heissen in einzelnen Gegenden Wasserkalke; sie bedürfen, um guten Mörtel zu geben, noch eines Zusatzes von Trass oder einer ähnlichen Substanz, deren Menge nach dem ursprünglich vorhandenen Gehalt von Kieselthon schwankt.

Natürliche Cemente werden aus Gesteinen bereitet, welche eine angemessene Menge Thon enthalten und der Zusätze nicht bedürfen; sie zerfallen niemals an der Luft, aber im Wasser und lassen sich daher nicht einlöschen; sie heissen im Allgemeinen Roman-Cemente. Sie enthalten kaustischen Kalk und schliessen sich dadurch dem Trassmörtel an. Bedingende Momente für die geeigneten Gesteine sind: richtiger Gehalt an Thon, der reich an Kieselsäure sein muss, und innige Mengung desselben mit der kohlensauren Kalkerde. Solche Gesteine finden sich viel in der Juraformation, aber auch in jüngeren Gebilden, z. B. die Septarien im Londonthon auf den Inseln Sheppey, Wight, Tanet, sowie an den Küsten von Yorkshire, Kent, Somersetshire. Eine Analyse von Berthier[145]) gab folgende Zusammensetzung:

kohlensaure Kalkerde	65,7	pCt.
kohlensaure Magnesia	0,5	„
kohlensaures Eisenoxydul	6,0	„
kohlensaures Manganoxydul	1,6	„
Kieselsäure	18,0	„
Thonerde	6,6	„
Wasser	1,2	„

[145]) Karmarsch u. Dr. Heeren technisches Wörterbuch Bd. 2. S. 454.

Nach einer anderen Analyse enthält ein Stein aus der Grafschaft Kent und der daraus bereitete Cement folgende Bestandtheile:

in Salzsäure unlösliche Bestandtheile	Stein	Cement	erhärtete Masse
Quarz	6,0	6,0	8,4
Kieselsäure	10,5	0,3	3,8
Eisenoxydul	1,2	1,3	2,5
Thonerde	2,5		

in Salzsäure lösliche Bestandtheile	Stein		Cement	erhärtete Masse
Kieselsäure	0,7		19,4	8,1
Eisenoxyd	11,6		9,2	6,6
Thonerde	4,3		7,3	5,9
kohlensaure Kalkerde	52,4	Kalkerde	48,2	42,8
kohlensaure Magnesia	7,0	Magnesia	2,7	1,9
Kali	0,8		0,8	1,0
Natron	0,2		0,2	0,3
Wasser	2,8		1,0	6,9
Kohlensäure	—		3,4	11,8

Unter Quarz sind die durch Schwefelsäure nicht mehr aufschliessbaren Theile verstanden. Nach vielen Untersuchungen nehmen diese hydraulischen Kalke beim Erhärten 12 bis 15 pCt. Kohlensäure und etwa 8 pCt. Wasser auf, was auch durch die vorstehenden Analysen zum Theil bestätigt wird.

Die Steine werden im Ofen gebrannt, wobei Vorsicht nöthig ist, um nicht Veranlassung zur Silicatbildung auf trocknem Wege zu geben; nach dem Brennen wird der Stein zermahlen, wobei man ihn vor Feuchtigkeit schützen muss. Für den Gebrauch wird das Mehl mit Wasser zu einem Brei angerührt und gehörig durchgemengt, zuweilen mit einem Zusatz von Sand, der aber rein mechanisch wirkt. Bei der Schachtmauer auf der Steinkohlengrube ver. Präsident bei Bochum mengte man zu 2 Volumen Mindener Cement 1 Volumen Sand, für Dämme daselbst 3 Volumen Sand theils zu 2 Volumen, theils zu 3 Volumen Cement.

Die natürlichen Cemente erhärten sehr rasch, in 15 bis 20 Minuten, darin liegt ihr Vortheil und ihr Nachtheil; man wird sie also überall da gern anwenden, wo eine schnelle Erhärtung nothwendig ist, dagegen nicht, wo eine langsamere Erhärtung wünschenswerth ist. Einmal erhärteter Mörtel ist nicht wieder zu gebrauchen. Beim Erhärten bildet sich nach Fuchs ein anderthalb basisches Silicat der Kalkerde und nach Anderen, wenn auch Thonerde zugegen ist, ein ähnliches Aluminat oder vielleicht ein basisches Aluminat, so dass das Product der Erhärtung $= \dot{C}a^3\ddot{S}i + \dot{C}a\ddot{A}l$ sein würde.

cc. Künstliche oder Portland-Cemente.[146])

Die künstlichen Cemente werden jetzt vielfach und zwar mit jedem Grade von Bindefähigkeit dargestellt, so am Rhein, in Schlesien, in Stettin u. a. a. O. Nach Winckler sind sie von den natürlichen Cementen dadurch unterschieden, dass sie keinen kaustischen Kalk enthalten, sondern ein sehr basisches Silicat bilden, in welchem 3 bis 4 Aequivalente Basis (Kalkerde und Alkalien) auf 1 Aequivalent Säure (Kieselsäure, Thonerde, Eisenoxyd) kommen; in Berührung mit Wasser zersetzen sie sich in anderthalb basisches Kalksilicat, Verbindungen von Kalkerde mit Thonerde und Kalkerdehydrat, welches sich an der Luft mit Kohlensäure verbindet. Dass dies wirklich geschieht, hat Winckler nachgewiesen, indem er erhärteten Cement mit kohlensäurefreiem Wasser behandelte und als Rückstand eine Verbindung behielt, welche nahezu als $\dot{C}a^3\dddot{S}i + \dot{C}a\dddot{A}l$ zu deuten war. Wesentlich scheint ein Gehalt von Alkalien zu sein.

Man bereitet die Cemente, indem man die Grundmassen in den passenden und erprobten Verhältnissen mengt; erfolgt die Mengung in Pulverform, so setzt man Wasser hinzu; mengt man die Massen in breiiger Gestalt, so dampft man ab: Beides bis das Ganze eine plastische Masse bildet. Aus dieser formt man Brote in Gestalt von Ziegelsteinen oder auch wohl runde Ballen von 52 bis 78 Millimeter Durchmesser, trocknet dieselben und brennt sie, was zwischen Holzkohlen oder Koksstücken in einem gut ziehenden Ofen geschieht, wobei die Regulirung der Hitze sehr nothwendig ist, denn wenn man zu stark brennt, so erhält man eine Schlacke, welche häufig an der Luft in Pulver zerfällt, welches nicht erhärtet, während bei geringer Temperatur der Cement zu viel unverbundenen Kalk behält, sich bei der Vermischung mit Wasser zu stark erhitzt und darin häufig zu Brei zerfällt. Gut gebrannter Cement zeigt sich unter dem Mikroskop als eine vollständig geschmolzene, aber poröse Masse und hat fast das Ansehen des Bimsteins, gewöhnlich von grünlicher Farbe und zertheilt sich beim Pulvern in Blättchen, welche sich ganz dicht auf einander lagern und durch ihre grosse Dünnheit die vollständige Zersetzung durch Wasser möglich machen.

Proben über die Güte des Cements wurden beim Hafenbau in Hâvre sowohl auf Festigkeit, wie auf das Wasserdurchlassen angestellt[147]). Für den ersten Zweck formte man Ziegel, von denen einer im Wasser, ein anderer in Luft der Erhärtung ansgesetzt wurde; nach der Erhärtung machte man Sägeschnitte auf den langen Seiten, mittelst eines derselben wurde

[146]) Hagen, Handbuch der Wasserbaukunst. Bd. 1. S. 771. — Schubarth, Handbuch der techn. Chemie. Bd. 2. S. 365. — Dingler polyt. Journ. Bd. 202. S. 434.

[147]) G. Dulk: Hafenanlagen in Frankreich in Zeitschr. für Bauwesen, herausgegeben von Erbkam. Berlin 1863. S. 111.

der Stein an einer Zange aufgehängt, mittelst eines anderen erfolgte die Belastung gleichfalls an einer Zange, bis der Bruch stattfand, woraus man die Festigkeit bestimmte. Für den anderen Zweck formte man Cylinder von 0,10 Meter Durchmesser und 0,15 Meter Höhe, von denen wiederum einer in Luft, ein anderer in Wasser erhärtet wurde; die Cylinder schraubte man zwischen zwei Messingdeckel so dicht, dass zwischen Deckel und Cylinder kein Wasser durchdringen konnte. Am oberen Deckel hatte man ein Bleirohr, welches mit einem grösseren Reservoir in Verbindung stand, so dass ein Druck von 5 Meter Wassersäule entsteht. Nach den Versuchen gab unter den Mischungen des Cements mit Sand im Verhältniss von 1 : 2 bis 1 : 7 ein Gemenge von 1 Volumen Cement mit 2 Volumen Sand die festeste und dichteste Masse, unter den Cementen zeigten sich am besten die englischen.

Als Thone haben sich diejenigen am besten bewährt, welche noch Trümmer von Feldspath und Glimmer enthalten, aber frei von Quarz und Sand sind.

Zwei käufliche Sorten zeigten folgende Zusammensetzung:

	I.	II.
Kali	1,00	1,70
Natron	1,66	1,50
Kalkerde	54,11	62,23
Eisenoxyd	5,30	1,90
Thonerde	7,75	4,00
Kieselsäure	22,23	22,22

In der Probe I kommen 3 Aequivalente Basis auf 1 Aequivalent Säure, in der Probe II 4 Aequivalente Basis auf 1 Aequivalent Säure.

Uebrigens ist es Winckler gelungen, Cemente nur aus Thonerde und Kalkerde darzustellen, welche allerdings weniger geeignet sind, der Kohlensäure zu widerstehen.

Die Erhärtung erfolgt langsamer, als beim Romancement, doch muss man auch die künstlichen Cemente sorgfältig aufbewahren und vor Feuchtigkeit schützen. Weder die künstlichen noch die natürlichen Cemente werden eingelöscht und dürfen niemals in grösseren Mengen, als der augenblickliche Bedarf erheischt, zubereitet werden.

Die Cemente werden zur Versendung in Tonnen verpackt, wozu die Fabrik von Robins und Comp. und ähnlich auch die anderen Fabriken Normaltonnen[148]) anwenden, deren Maasse folgende sind: äussere Höhe 0,719 Meter, innere Höhe zwischen den Böden 0,628 Meter, Bodendurchmesser 0,405 Meter, Spundtiefe 0,471 Meter, sie fassen 0,100 Kubikmeter fest gepressten Cement, welche in aufgelockertem Zustande 0,150 Kubikmeter ergeben; die gefüllte Tonne wiegt 200 Kilogramm, die leere $12^1/_2$ Kilo-

[148]) Der Berggeist. Köln 1862. S. 105.

gramm, der Cement also 187½ Kilogramm. 1 Kubikmeter Cement aufgelockert wiegt also 1213 Kilogramm, das specifische Gewicht ist 1,215, festgepresst und trocken wiegt $^1/_{10}$ Kubikmeter 187½ Kilogramm mit einem specifischen Gewicht von 1,831; verarbeitet, fest und trocken hat $^1/_{10}$ Kubikmeter 195 Kilogramm absolutes, 1,890 specifisches Gewicht. Hieran sind Gewichtsangaben über andere Cemente und Mörtelmassen in aufgelockertem Zustande zu schliessen; nämlich auf 1 Kubikmeter

	absolutes Gewicht	specifisches Gewicht
Portlandcement wie vor	1213 Kilogramm	1,21
Romancement	1035 „	1,03
Puzzolane	857 „	0,86
Santorin	841 „	0,85
Trass	905 „	0,91
hydraulischer Kalk von Wildau	825 „	0,82
desgl. von Krienberg	986 „	0,99
Cement von Vossy	921 „	0,96
Cement von Rouilly	1390 „	1,39

Ueber die Theorie des Vorganges, welcher die Erhärtung der hydraulischen Mörtel hervorruft[149]), sind entgegengesetzte Ansichten laut geworden, deren Richtigkeit zur Zeit noch nicht entschieden ist. Während Fuchs durch Versuche nachweist, dass unter dem Einflusse des Wassers eine chemische Verbindung zwischen aufgeschlossener Kieselerde und Kalkhydrat eintritt, stellt Winckler die abweichende Ansicht auf, dass dieser Vorgang nur bei den hydraulischen Mörteln, welche, wie der Romancement, der Trassmörtel, im frischen Zustande stets Aetzkalk enthalten, zutreffe; dagegen soll bei den anderen Cementen, welche nach seiner Behauptung im frischen Zustande keinen Aetzkalk enthalten — und dazu gehört nach ihm der Portlandcement — sich unter Mitwirkung des Wassers ein basisches Silicat in freien Aetzkalk und in eine Verbindung zwischen Kieselsäure und Kalk, Thonerde und Kalk zerlegen, wie sie in den Romancementen aus dem Aetzkalk und der freien Kieselsäure oder sauren Silicaten sich bilden. Die entgegenstehenden Ansichten haben verschiedene Vertheidiger gefunden, doch ist der Streit zur Zeit noch nicht definitiv geschlichtet.

Producenten und Consumenten in Berlin haben eine Vereinbarung über die bei Lieferung von Portlandcement zu erfüllenden Bedingungen

[149]) Ueber den Portlandcement in Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 12. S. 257. — Dingler polyt. Journal. Bd. 191. S. 287. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1868. S. 362. — Asimont: Die Silicate in ihrer Bedeutung als Cemente in der allgemeinen Bauztg. von H. und E. v. Förster. Wien 1868/69. S. 241. — Frémy: über hydraulische Cemente in Dingler polyt. Journal. Bd. 192. S. 53.

geschlossen und Normen für die Lieferung aufgestellt[150]). Ein Theil der Normen bezieht sich auf die Art der Verpackung, die anderen auf die Beschaffenheit des Cements. Dahin gehören: 1. Je nach Art der Verwendung ist der Portlandcement langsam oder rasch bindend zu verlangen; als langsam bindend sind solche Cemente zu bezeichnen, welche in $^1/_2$ Stunde nach der Mischung oder in längerer Zeit erst abbinden. 2. Der Cement soll volumbeständig sein d. h. ein dünner ausgegossener Kuchen, unter Wasser gelegt, soll keine Verkrümmungen oder Kantenrisse zeigen. 3. Der Cement soll so fein gemahlen sein, dass auf einem Siebe von 900 Maschen auf 1 qcm höchstens 25 Procent Rückstand verbleiben. 4. Die Bindekraft des Cements wird durch Prüfung einer Mischung von Cement und Sand ermittelt und zwar auf Zugfestigkeit, indem Probekörper von gleicher Gestalt und gleichem Querschnitt der Zerreissung unterworfen werden. Dabei soll die Probe von 1 Gewichtstheil Cement mit 3 Gewichtstheilen Sand nach 28 Tagen Erhärtung, wovon 1 Tag an der Luft, 27 Tage unter Wasser, eine Minimalzugfestigkeit von 8 kg auf 1 qcm Querschnitt haben. Der zur Probe zu verwendende Normalsand von bestimmter Korngrösse wird dadurch gewonnen, dass gewöhnlicher Sand durch ein Sieb von 80 Maschen auf 1 qcm hindurchgeht, wodurch die gröbsten Theile ausgeschieden werden, und dass der durchgegangene Sand noch durch ein Sieb von 120 Maschen auf 1 qcm geht, wodurch auch die feinsten Theile abgeschieden werden. Die Probekörper müssen sofort nach der Entnahme aus dem Wasser geprüft werden. Auch der österreichische Ingenieur- und Architekten-Verein hat derartige Normen für Oesterreich aufgestellt, welche sich den vorstehenden im Allgemeinen anschliessen[151]). — Für die preussische Staatsbauverwaltung sind von dem Minister der öffentlichen Arbeiten auf Grund commissarischer Verhandlungen gleichfalls Normen für die einheitliche Lieferung und Prüfung von Portlandcement aufgestellt, welche bei den Staatsbauten zum Anhalt zu dienen haben[152]). Die Verpackung soll in der Weise erfolgen, dass nur ganze Tonnen mit einem Bruttogewicht von 180 kg, einem Nettogewicht von 170 kg, halbe Tonnen mit beziehungsweise 90 kg und 83 kg, Säcke mit einem Bruttogewicht von 60 kg in den Handel gebracht werden dürfen, dabei ist mit Rücksicht auf den Streuverlust ein Schwanken bis zu 2 Procent gestattet; die Tonnen und Säcke müssen die Firma der Fabrik und das Bruttogewicht in deutscher Schrift tragen. Je nach Art der Verwendung ist Portlandcement langsam oder rasch bindend zu verlangen; für die meisten Zwecke ist dem langsamer bindenden der Vorzug zu geben, es sind

[150]) Dingler polyt. Journal. Bd. 224. S. 417. 655. — Der Berggeist. Köln 1877. S. 233.

[151]) Dingler polyt. Journal. Bd. 230. S. 67.

[152]) Zeitschr. f. Bauwesen. Berlin 1879. S. 1. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 27 A. S. 16; Bd. 28 A. S. 16.

das Cemente, welche erst in $^1/_2$ Stunde oder nach längerer Zeit abbinden. Um die Bindezeit zu ermitteln, rühre man den reinen Cement mit Wasser zu einem steifen Brei an und bilde auf einer Glas- oder Metallplatte einen etwa 1,5 Centimeter dicken, nach den Rändern hin dünn auslaufenden Kuchen; sobald der Kuchen soweit erstarrt ist, dass er einem leichten Druck mit dem Fingernagel widersteht, ist er als abgebunden zu betrachten. Die Versuche werden zweckmässig bei einer Temperatur der Luft und des Wassers von 15 bis 18 Grad C. angestellt, weil höhere oder niedere Temperatur das Abbinden beeinflusst. Während des Abbindens darf langsam bindender Cement sich nicht erwärmen, während rasch bindender eine merkliche Temperaturerhöhung zeigen kann. Portlandcement wird durch längeres Lagern langsamer bindend und gewinnt bei trockener zugfreier Aufbewahrung an Bindekraft, so dass also das Verlangen, nur frische Waare geliefert zu erhalten, auf Irrthum beruht. Portlandcement soll volumbeständig sein, was dadurch probirt wird, dass ein dünner auf Glas oder Dachziegel ausgegossener Kuchen von reinem Cement, unter Wasser gelegt, auch nach längerer Zeit durchaus keine Verkrümmungen oder Kantenrisse zeigen darf. Er soll so fein gemahlen sein, dass eine Probe auf ein Sieb von 900 Maschen auf den Quadratcentimeter höchstens 20 Procent Rückstand hinterlässt. Die Bindekraft soll durch Prüfung einer Mischung von Cement und Sand ermittelt werden, daneben ist die Festigkeit des reinen Cements festzustellen, was durch Prüfung auf Zugfestigkeit nach einheitlicher Methode und zwar mittelst Probekörper von gleicher Gestalt und gleichem Querschnitt, so wie mit gleichen Zerreissungsapparaten zu geschehen hat. Die Probekörper sollen einen Querschnitt von 5 Quadratcentimeter haben. Guter langsam bindender Cement soll bei der Probe mit 3 Gewichtstheilen Normalsand und 1 Gewichtstheil Cement nach 28 Tagen Erhärtung, wovon 1 Tag in der Luft, 27 Tage im Wasser, eine Minimalzugfestigkeit von 10 kg auf den Quadratcentimeter haben. Der Normalsand wird dadurch gewonnen, dass man einen möglichst reinen Quarzsand wäscht, trocknet, durch ein Sieb von 60 Maschen auf den Quadratcentimeter siebt zur Ausscheidung der gröbsten Theile und demnächst durch ein Sieb von 120 Maschen zur Beseitigung der feinsten Theile. Die Probekörper müssen sofort nach der Entnahme aus dem Wasser untersucht werden. Cement, welcher eine grössere Festigkeit als 10 kg auf den Quadratcentimeter zeigt, gestattet einen grösseren Sandzusatz und kann deshalb theurer bezahlt werden. Bei schnell bindendem Cement ist die Zugfestigkeit nach 28 Tagen meist eine geringere, als oben angegeben.

Zur Prüfung der Cemente auf ihre Zugfestigkeit hat Frühling einen besonderen, leicht zu beschaffenden und leicht zu handhabenden Apparat construirt[153]). Von Frühling wird empfohlen, die Proben nicht erst nach

[153]) Dingler polyt. Journal. Bd. 224. S. 487.

28 Tagen, sondern schon nach 7 Tagen vorzunehmen, weil es bei der Prüfung der Cemente auch auf deren schnelle Erhärtung ankomme, da es sehr verschiedene Cemente gäbe, welche nach kurzer Dauer der Erhärtungsperiode sehr viel fester sind, als andere, welche später doch die Festigkeit der ersteren erreichen; bei vielen Arbeiten muss man aber Cemente haben, welche schnell erhärten und dies kann nur durch eine Abkürzung der Erhärtungsperiode festgestellt werden.

Dyckerhoff schlägt vor[154]), die Cemente neben der Zugfestigkeit auch auf Druckfestigkeit zu prüfen, weil sie in der Praxis auf diese vorzugsweise in Anspruch genommen werden, indess sind die dazu geeigneten Maschinen kostspielig und nicht jedem Consumenten leicht zugänglich. Dyckerhoff hat gefunden, dass verschieden gemischte Portlandcemente etwa das 10fache der bei ihnen constatirten Zugfestigkeit an Druckfestigkeit haben, wogegen andere Cemente, wie Grenobler Romancement oder Trassmörtel nur etwa das 6fache der Zugfestigkeit an Druckfestigkeit besitzen, so dass die Zugfestigkeit allein keinen genügenden Vergleich für die verschiedenen Cemente abgiebt. Auch Dyckerhoff legt bei Beurtheilung der Cemente grossen Werth auf die grössere oder geringere Erhärtbarkeit, weshalb z. B. zuweilen Romancement statt Portlandcement trotz geringerer Festigkeit wegen schnellerer Erhärtung angewendet wird. In der Regel wird übrigens schnell bindender Cement weniger fest sein, als langsam bindender, so dass man durch verschiedenen Sandzusatz ein und denselben Cement schneller und langsamer bindend macht.

dd. Beton.

Beton oder Grundmörtel ist zusammengesetzt aus hydraulischem Mörtel, Sand, Gerölle, Ziegelbruchstücken u. dgl. m. und dient in der Wasserbaukunst, um Grund für Bauten zu bilden, wo man ihn vollständig angerührt durch hölzerne Kästen eingiesst. Auch bei der Grubenmauerung wendet man ihn an, um ein Bette für die Mauerung zu bilden, oder zur Ausfüllung von Räumen hinter der Zimmerung, Mauerung, selbst hinter Eisenausbau in Schächten.

Zur Beurtheilung der Güte von hydraulischem Mörtel hat Vicat ein Instrument angegeben, welches in einer Stahlspindel besteht; dieselbe wird auf den Mörtel aufgesetzt und gedreht, die Umgänge werden gezählt, bis die Spindel 6 Millimeter tief eingedrungen ist; je grösser die Zahl der Umdrehungen ist, je länger also die Spindel Zeit gebraucht, um einzudringen, desto besser ist der Mörtel. Andere belasten die Stahlspindel und schliessen aus der grösseren oder geringeren Belastung, welche zum Eindringen der Spindel bis zu einem gewissen Punkt nöthig ist, auf die Güte des Mörtels.

[154]) Dingler polyt. Journal. Bd. 228. S. 329.

3. Sonstige Bindemittel.

Gips, den man im Mansfeldischen fälschlich Lederkalk nennt, widersteht der Feuchtigkeit nicht und taugt deshalb für Grubenzwecke nicht.

Asphalt wird bei der Grubenmauerung nicht leicht gebraucht.

Moos wendet man in verschiedenen Grubenwassern wohl an, indem sich aus dem Moos und dem Sinter eine bindende Masse bildet.

Lehm findet sich vielfach in Dämmen gegen Grubenbrand benutzt.

von Hingenau[155]) empfiehlt für Grubenmauerung den Versuch mit einem vom Apotheker Rhode in Naumburg angegebenen Mörtel, dessen Hauptmasse — Sägespäne aus weichem Holz — in frisch gelöschtem Kalk eingeknetet wird; die Sägespäne müssen mehr eine faserige, als eine würfelförmige Structur haben, an Kalk ist nur so viel erforderlich, als nöthig ist, um den Mörtel anzuheften. Es bildet sich eine filzige Masse, welche gegen Stoss unempfindlich ist und sich nicht verändert. Namentlich zum Verputzen und zwar besonders an sonst feuchten Wänden soll dieser Mörtel sich bewähren.

II. Arten der Mauerung.

Man unterscheidet Scheibenmauer, bei welcher die Steine parallel über einander liegen, so dass ein oder zwei Flächen Ebenen der Mauer bilden, und Gewölbe, bei welchen die Steine nach bestimmten, krummen Linien an einander stehen mit in der Richtung des Krümmungsradius liegenden Fugen, und welche sich selbst nebst einer darüber befindlichen Last tragen.

a. Scheibenmauer.

Bei der Scheibenmauer benennt man die Sohle Fuss, die dem Beschauer zugekehrte Fläche Stirn, die abgekehrte Rücken. Von einzelnen Bruchsteinen heisst die Stirnfläche Kopf, die breiten Seiten Lager. Man hat zu unterscheiden geradstirnige Scheibenmauer, bei welcher die vordere Seite eine Ebene bildet, die entweder lothrecht oder regelmässig geneigt ist, und krummstirnige mit gewölbter Stirn, welche schon den Uebergang in das Gewölbe macht; die Krümmung ist in söhligen Strecken senkrecht, in seigeren Schächten horizontal.

Eine geradstirnige Scheibenmauer mit lothrechter Stirn widersteht vorzugsweise einem lothrechten Druck von Oben und zwar mit ihrer rückwirkenden Festigkeit, entspricht also hierin dem Stempel; gegen Seitendruck leistet sie nur Widerstand mit ihrem Gewicht, mit der Adhäsion oder Reibung der Theile und mit der Reibung des Fusses. Zur Erhöhung

[155]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1870. S. 295.

des Widerstandes wird sie abgeböscht und dadurch stabiler, oder man krümmt die Stirn.

Wenn ein Bindemittel angewendet ist und dies ebenso viel oder mehr Festigkeit bekommt, als die Steine, wie z. B. hydraulischer Mörtel, so ist von einer Adhäsion der Theile nicht mehr die Rede; hat man dann, wie in wasserdicht ausgemauerten Schächten, eine in sich geschlossene krumme Mauer, so entspricht diese einer von Aussen gedrückten Röhre und ist hinsichtlich ihrer Widerstandsfähigkeit ebenso zu beurtheilen.

Für Scheibenmauer ist stets ein haltbarer Fuss erforderlich; wenn derselbe nicht im festen Gestein vorhanden ist, so müssen Grundplatten oder Roste in Strecken gelegt, Tragebögen in Schächten und Strecken geschlagen werden.

Beim Herstellen der Mauer aus Bruchsteinen lässt man die Unebenheiten der Steine in einander greifen, füllt die Zwischenräume mit kleineren Steinen oder bei nasser Mauerung mit Mörtel aus. Die Mörtelfuge darf ein gewisses Maass nicht übersteigen, etwa 6 bis 13 Millimeter, bei wasserdichter Mauerung geht man auch über 13 Millimeter.

In der Bruchsteinmauer muss jeder Stein mindestens auf zwei unteren liegen; sind viele mittlere und kleinere Steine vorhanden, so lässt man von Zeit zu Zeit einige grosse durch die ganze Mauer gehen, um einen gehörigen Verband herzustellen. Uebrigens müssen die Steine aus geschichtetem Gebirge stets so liegen, dass der Druck möglichst winkelrecht zur Schichtung wirkt, weil sie sonst leicht bersten.

Bei Ziegelsteinen erhält man wegen ihres regelmässigen Formats von selbst guten Verband, indem man mit Läufer- und Streckerreihen wechselt; nur bei wasserdichter Mauerung, von welcher weiter unten die Rede sein wird, ist noch Besonderes zu beachten, indem hier jeder Stein mindestens von drei unteren getragen werden muss, um alle durchgehenden Fugen zu vermeiden.

In Strecken wird die lothrechte Scheibenmauer nach Schnur und Loth, die geböschte nach Lehren, die krummstirnige nach Schablonen ausgeführt. Muss man die Mauer absetzen, bevor man sie weiter fortführt, so darf man nicht verzahnen, sondern muss sie terrassenförmig von unten nach oben auslaufen lassen.

b. Gewölbe.

Die Gewölbe, wenn sie nicht ganz umlaufen, also nicht eine geschlossene Röhre bilden, widerstehen auf doppelte Art:

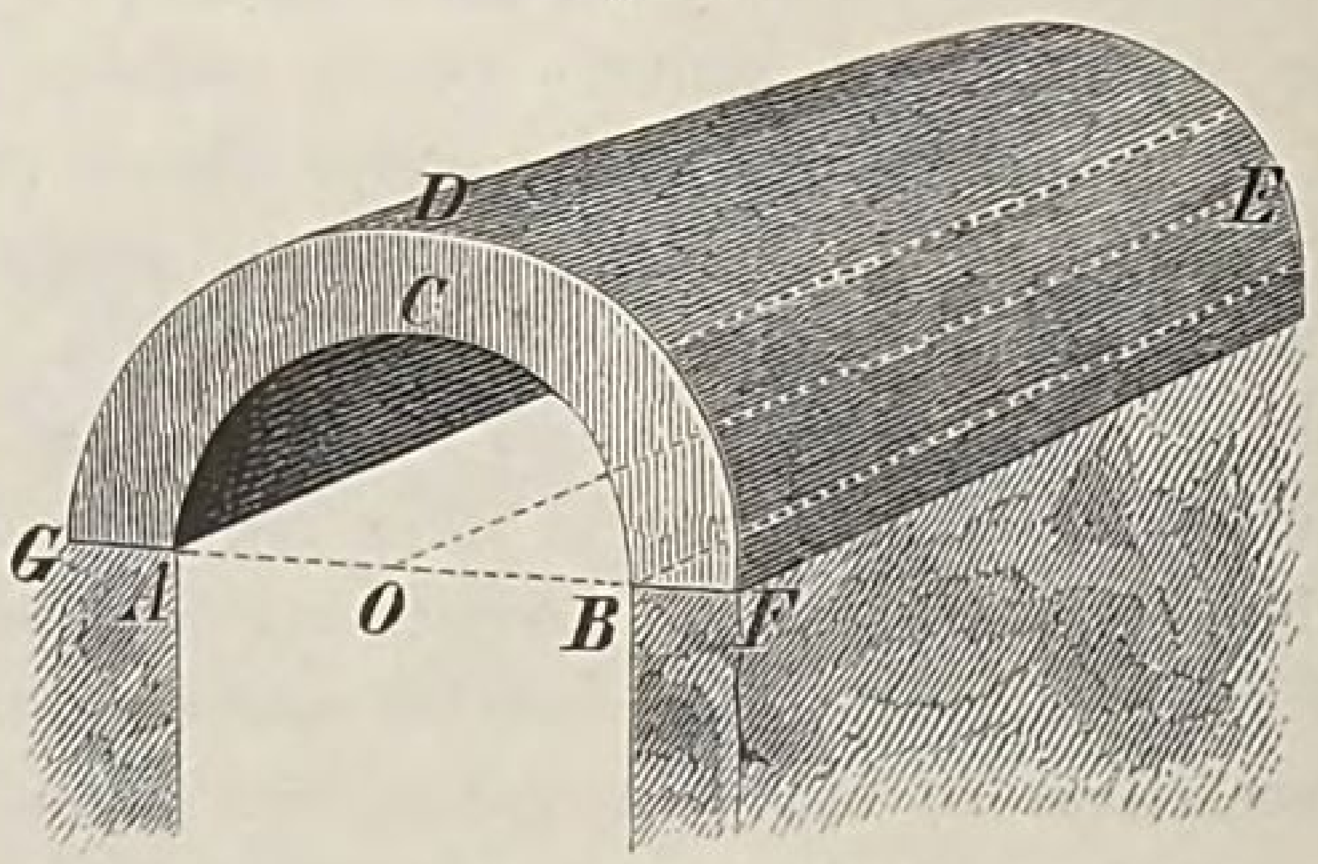
1. indem sie einen auf die Aussenfläche wirkenden Druck aufnehmen und auf feste Punkte ableiten, gegen welche das Gebirge sich stützt; sie sind dann gleichsam ein Keil bei vollständiger Homogenität oder — wenn trocken, beziehungsweise mit Mörtel geringerer Cohärenz gemauert wird — eine Reihe von Keilen, welche den Druck in sich vertheilen und schliesslich seitlich ablenken, sie wirken also mit rückwirkender Festigkeit.

2. Die zweite Art des Widerstandes erfolgt gegen einen in der Richtung der Sehne des Bogens wirkenden Druck (Spanngewölbe, Spannbogen). Derartige Gewölbe finden sich selten, namentlich nur beim Erzbergbau in Sachsen; sie entsprechen dem Stempel oder Bolzen und ihre Krümmung hat nur den Sinn, das eigene Gewicht der Steine zu tragen, welches überhaupt nicht gross sein darf, weil der in der Richtung der Sehne wirkende Druck das Bestreben hat, das Gewölbe nach Oben, als Keil, herauszuschieben oder bei starker Krümmung im Scheitel zu zerbrechen.

Die Gewölbe zum Widerstande gegen die erste Art Druck sind entweder von einfacher Krümmung (Tonnengewölbe, einem Cylinder oder dem Theile eines Cylinders in der weitesten Bedeutung entsprechend) oder von doppelter Krümmung (Kuppelgewölbe, nach irgend einem Rotationskörper z. B. einer Kugel gebildet oder aus Theilen desselben zusammengesetzt).

Bei einem Tonnengewölbe finden folgende Benennungen statt. In der Fig. 392 bezeichnet AB Weite, C Scheitel, OC Höhe, $\frac{OC}{AB}$ Spannung,

Fig. 392.



welche entweder in Centimeter auf Meter oder in Theilen der Elle, wie früher in Sachsen, angegeben wird, CD Stärke, O Mittelpunkt der Krümmung oder Centralpunkt, deren mehre vorhanden sein können, OE Achse, auch Länge, ACB innere Wölbung, GDF äussere Wölbung, AGDFBCA Stirn, AG und BF Widerlager: die Theile des Gewölbes unmittelbar an den Widerlagern heissen Füsse.

Aehnlich sind die Bezeichnungen bei Kuppelgewölben und mit durch die Form gebotenen Abänderungen bei in sich ganz geschlossenen Gewölben.

Sonstige Unterschiede in den Gewölbeconstructionen sind folgende: stehende und liegende Gewölbe, je nach der Lage der Achse, geneigte Tonnengewölbe oder Kellerhalsgewölbe mit geneigter Achse, Bogen, Theile eines Gewölbes von geringer Länge, Stutzgewölbe und Stutzbogen mit stark aufgerichteter Sehne d. h. solche, bei denen die Füsse nicht in einer Horizontalebene liegen, scheitrechte Gewölbe, bei denen man aussen und innen keine Krümmungen wahrnimmt, Kloster-

gewölbe, welche auf einem Polygon stehen, bei Grubenmauerung aber nicht leicht vorkommen, Gurtmauerung, welche aus einzelnen, dicht neben einander ohne Verband oder in Zwischenräumen ausgeführten Bogen besteht.

Die Curven, nach denen beim Bergbau Gewölbe construirt werden, mögen sie irgendwo Stützpunkte finden oder ganz umlaufend den Raum schliessen, beschränken sich im Allgemeinen bei einfacher Krümmung auf den Kreis oder Theile desselben (Kreisbogen) und auf die Ellipse; statt der Ellipse setzt man auch wohl ellipsenähnliche Curven auf bekannte Art aus einzelnen Kreisbogen zusammen und bildet Korbbogen, theils um die Lehrbogen (Schablonen) leichter anfertigen zu können, theils um mehr Raum innerhalb der Curven zu gewinnen; nur selten wendet man die Kettenlinie an, obschon ein hiernach gebildetes Gewölbe bei gleicher Stärke in allen Theilen gleichen Widerstand leistet, wie ein solches mit kreisförmiger oder elliptischer Krümmung und zugleich am wenigsten Druck auf die Widerlager ausübt, während beim Kreise der Druck sich nicht gleichmässlg vertheilt und daher eine grössere Mauerstärke erfordert, dagegen hat der Kreisbogen den Vortheil, sich am leichtesten construiren zu lassen. Wohl noch seltener als die Kettenlinie findet sich der gothische Bogen, zusammengesetzt aus zwei Kreisbogen, welche aus den Endpunkten der Sehne mit dieser als Halbmesser beschrieben sind; ein solcher Bogen nähert sich am meisten der Kettenlinie, er hat grossen Widerstand gegen den Druek von Oben.

Bei Gewölben von doppelter Krümmung findet sich wohl nicht leicht eine andere krumme Oberfläche, als die der Kugel, also eine sphärische Krümmung, während in der Civilbaukunst sich gerade bei Kuppelgewölben sehr mannigfache Formen finden, indem hier Parabeln und Hyperbeln als Durchschnittslinien vorkommen.

Die Momente, welche auf die Festigkeit eines Gewölbes von Einfluss sind, lassen sich am allgemeinsten und besten bei einem Gewölbe übersehen, welches sich mit seinen Füssen gegen irgend ein Widerlager stützt und von Oben belastet (gedrückt) ist. Von Einfluss ist

1. der Grad der Spannung. Legt man ein nach der Kreislinie gekrümmtes Gewölbe zu Grunde, so ist klar, dass, je grösser die Spannung ist, desto grösser auch bei sonst guter Construction der Widerstand gegen den Druck sein muss, desto grösser aber auch die Belastung des Widerlagers oder, was dasselbe ist, desto geringer die Verlegung des Drucks in das die Stütze bildende Gestein. Bei Kreisbogen bestimmt sich dieses Verhältniss auch durch den Centriwinkel: je kleiner dieser, desto mehr wird der Druck auf die Widerlager in das Gestein abgelenkt, desto mehr ist das Gewölbe geeignet, auch Seitendruck aufzunehmen, aber desto weniger leistet es bei derselben Stärke Widerstand gegen den äusseren Druck. Als das Extrem nach der einen Richtung erscheint also bei Streckenmauerung der Halbkreis (vollzirkeliges Gewölbe), den man indess

vielfach der Bequemlichkeit wegen anwendet, bei Strecken mit seigeren Stössen und nicht zu grosser Weite. Im Königreich Sachsen hat man für die Streckenmauerung auf den dortigen Gängen folgende Zahlen für die Spannungen angenommen:

bei gewöhnlichen Gewölben	125 bis 160	Millimeter auf den	Meter Sehne
bei gewöhnlichen Gewölben und starkem Druck	200	„	desgl.
bei Sohlengewölben	80 bis 100	„	desgl.
bei krummstirnigen Scheibenmauern	30 bis 40	„	desgl.
bei Spanngewölben	80	„	desgl.

2. *Die Stellung der Widerlager.* Die Widerlager müssen radial, beziehungsweise normal zur Tangente stehen, wobei die Festigkeit der die Unterstützung bildenden Massen selbstverständlich vorausgesetzt ist, mag dies Gestein oder anderes Mauerwerk sein.

3. *Die Stärke und das Material des Gewölbes.* Allgemeingiltiges ist über diese Punkte kaum zu sagen, nur so viel, dass das Material, die Spannung, die Stärke sich gegenseitig bedingen.

4. Die Verbindung der einzelnen Gewölbetheile, *der Verband des Mauerwerks.* Die Fugen müssen radial gestellt werden, was insbesondere bei Bruchsteinen und keilförmigen Ziegeln hervortritt, weniger bei gewöhnlichen Ziegeln, wo die radiale Fuge durch den Mörtel ausgeglichen werden kann; ferner ist für gehörigen Verband Sorge zu tragen, indem niemals umlaufende Fugen zu gestatten sind, in welchen leicht eine Trennung erfolgen kann. Besonders bei trockner Mauerung ist für gleichmässige Berührung der Lagerflächen zu sorgen, denn wenn die Fugen vorn enger als hinten sind, so springen die innern Kanten der Steine leicht ab, das Gewölbe arbeitet sich nach und nach aus; in ähnlicher Weise geschieht dies bei nicht gehöriger Verlagerung der Steine von Aussen nach Innen. Ueberhaupt ist als Regel nach Möglichkeit gleiche Weite der Fugen festzuhalten. Ein terassenförmiges Aufmauern ist immer besser, als ein verzahntes, weil dadurch das gleichmässige Setzen des Mauerwerks erleichtert wird und nach Unterbrechungen neue Stücke leichter angeschlossen werden können.

5. *Die Sehne muss eine richtige Stellung zum Druck haben;* man nimmt sie im Allgemeinen *rechwinkelig* gegen den Druck.

Für die Ausführung der Mauerung hat man Folgendes zu beachten:

1. Die Mauern sind nach *Schablonen* (Lehrbiegen, Lehrbogen, Lehren) auszuführen, theils um die richtige Krümmung festzuhalten, theils — und zwar in allen Fällen, wo man es nicht mit der Sicherung der Stösse seigerer Schächte oder mit Sohlengewölben oder krummstirnigen Scheibenmauern in Strecken zu thun hat — um den Gewölben so lange Halt zu geben, bis sie bei trockener Mauerung geschlossen, und bei nasser Mauerung der Mörtel hinreichend erhärtet ist.

2. Bei nasser Mauerung und besonders bei wasserdichter hat man dieselbe gegen das Auswaschen des Mörtels zu sichern.

3. Die leeren Räume zwischen Mauerung und Gebirge sind da, wo Gebirgsdruck abzuhalten ist, auszufüllen.

4. Das Holz, welches zur Offenhaltung des Raumes Behufs Herstellung der Mauerung gedient hat, muss entfernt werden, damit der Gebirgsdruck unmittelbar von der Mauer aufgenommen werden kann.

III. Mauerung in Strecken.[156])

Die einfachste Gestalt der Streckenmauer ist, wenn nur von Oben der Druck wirksam ist, der Pfeiler, welcher zur Scheibenmauer zu rechnen ist. Man wendet ihn in Stockwerks- und Weitungsbauen an, wo nur einzelne Stellen zu sichern sind, auch bei dem früher besprochenen Abbau in Steinkohlenflötzen, wenn das Brechen des Daches verhindert werden soll, wo dann der gemauerte Pfeiler den aus der Substanz der Lagerstätte ersetzt. Ein solcher Pfeiler entspricht dem Stempel bei der Zimmerung.

Scheibenmauer zur Sicherung gegen Druck von Oben ist gewissermassen eine fortlaufende Pfeilerunterstützung. Dieselbe wird nicht selten bei flachfallenden, mit Bergeversatz abgebauten Lagerstätten als Begränzung der Förderstrecken und beziehungsweise des Versatzes angewendet und wird dann häufig aus den grossen Wänden trocken aufgemauert; aber auch überhaupt findet sie Anwendung in Strecken mit seigeren oder fast seigeren Stössen, wobei ausser dem Druck von Oben auch geringer, aus jenem in vielen Fällen secundär entspringender Seitendruck abgehalten werden soll. Den Widerstand der Mauer gegen Seitendruck verstärkt man durch Abböschen der Stossmauern, welche meistens aus dem in der Grube vorhandenen Material und trocken hergestellt werden.

Wenn die Firste nicht im Ganzen drückt, sondern das Gebirge schon mehr zerklüftet ist, so legt man wohl in gewöhnlicher Art über die beiden Stossmauern Kappen mit Füllhölzern, was nicht selten in flachfallenden Steinkohlenflötzen vorkommt, Fig. 393.

Pfeiler, wie Scheibenmauern stehen am besten söhlig auf, lassen sich aber bis zu 10 bis 12 Grad Fallen der Ebene der Lagerstätte anpassen; bei grösserem Fallen würde das Abrutschen der Mauer zu fürchten sein, weshalb man dann das Liegende terrassenförmig einhauen muss. Bei Stossmauern für streichende Strecken in flachfallenden Lagerstätten sollte man den söhligen Fuss immer festhalten.

Bei grösserem Druck reichen die Kappen nicht mehr aus und muss dann die Firste selbst durch ein Gewölbe gesichert werden. Im Allgemeinen ist Firstendruck allein selten, meist stellt sich auch Seitendruck

[156]) Kauffmann über Tunnelmauerung i. d. allgm. Bauzeitung von H. u. E. Förster. Wien 1868/69. S. 219.

ein; häufiger kommt der Firstendruck allein auf steil fallenden Gängen vor, wo überhaupt das einzelne, gegen die Stösse widerlagernde Gewölbe gerade verbreitet ist und zugleich, wie im Allgemeinen bei Firstenbau, die Bestimmung hat, den Bergeversatz zu tragen. Solche Firstengewölbe macht man selten vollzirkelig, weil doch leicht Seitendruck vorhanden ist, und es sich darum handelt, den Druck möglichst tief in das Gebirge abzuleiten; in Sachsen giebt man 125 bis 166 Millimeter, bei starkem Druck 200 Millimeter Spannung auf den Meter. Die Sehne liegt horizontal bei seigerem Druck des Versatzes, sonst aufgerichtet und zwar mit einem Ansteigen von 40 bis 80 Millimeter auf den Meter im Vergleich zur Richtung rechtwinkelig vom Hangenden zum Liegenden, Fig. 394. Das Firstengewölbe erfordert zur Ausführung Schablonen, welche aus Pfosten

Fig. 393.

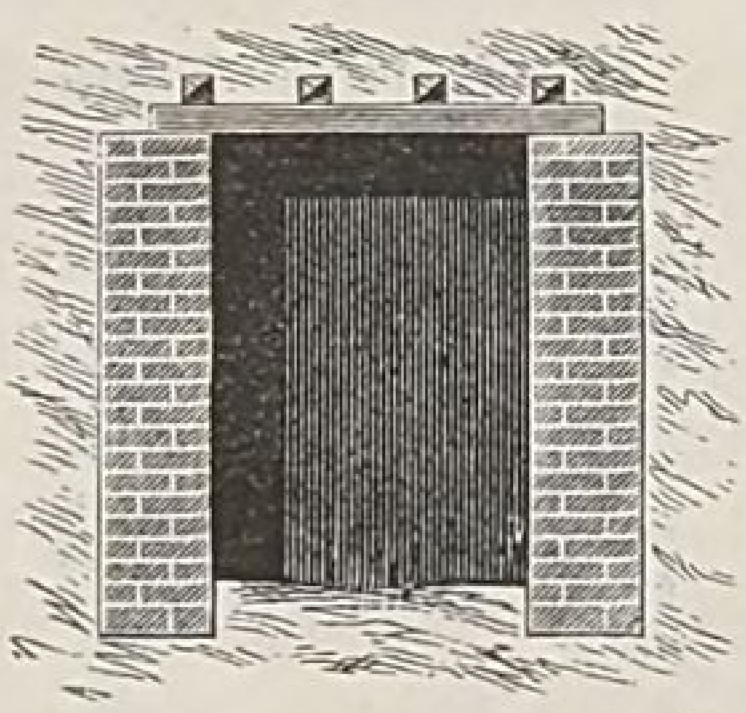
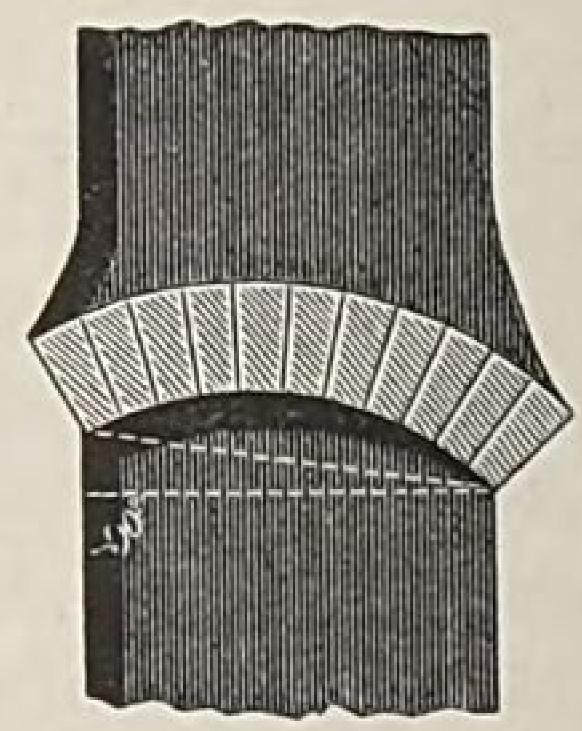


Fig. 394.



oder Brettern nach der Curve geschnitten und durch übergenagelte Querbänder gehalten werden, auch kann man sie aus Schmiedeeisen vortheilhaft herstellen, wozu 33 Millimeter starkes Quadrateisen meist genügt; zur Verschalung der Lehrbogen nimmt man Pfosten oder Bretter, wodurch gewissermassen ein Modell des Gewölbes entsteht. Am besten beginnt man mit dem Aufstellen der Schablonen auf in passender Höhe geschlagene Spreizen, dann folgt das Aushauen der Widerlager mit Schlägel und Eisen, deren radiale Stellung man mittelst des sogen. Mauerwinkels, eines nach Curve und Radius der Krümmung geschnittenen Brettstücks, prüft, demnächst erfolgt die Verschalung, endlich das Mauern. Für Letzteres ist Grundsatz, gleichmässtg von beiden Füssen aus nach der Mitte zu mauern und dort durch Einbringen des Schlusssteins zu schliessen; hiervon muss bei geneigter Sehne wegen der ungleichmässigen Verschältnisse zn beiden Seiten abgewichen werden. Gewöhnlich mauert man in stufenweis abgesetzten Schichten, so dass die Füsse voraus sind, die höheren Lagen mehr und mehr, am weitesten die Schlusssteine zurückstehen. Wenn die bereits weit vorgerückte Arbeit vor Einbringung des Schlusssteins unterbrochen werden muss, so treibt man einen Holzkeil ein oder stempelt die Mauer von beiden Seiten her ab; das Letztere ist auch erforderlich hinsichtlich der oberen Steine bei sehr stark aufgerichteten Stutzgewölben.

Für die Stärke der Firstengewölbe ist bestimmend die Länge der Sehne, die Spannung, der Druck des Versatzes, welcher bedingt ist durch die Seigerhöhe und den Fallwinkel des Ganges. In Sachsen nimmt man an, dass unter Verwendung des dortigen Gneises ein Gewölbe von 0,627 Meter Weite und der üblichen Spannung bei 288 Millimeter Stärke 42 Meter hohen Bergeversatz tragen kann und betrachtet überhaupt für Streckenmauerung den stärksten Druck als den einer Gesteinmasse zwischen zwei Gezeugstrecken; man hat die praktische Formel

$$s = 0{,}32 \sqrt{a}$$

und bei sehr starkem Druck

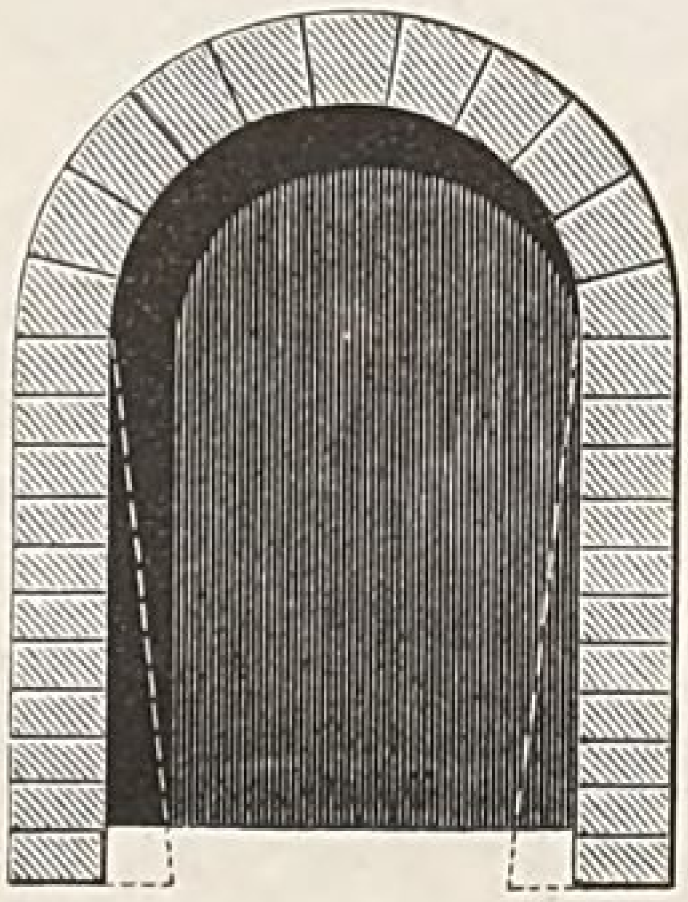
$$s = 0{,}35 \sqrt{a}$$

wo a die Spannweite in Meter, s die Mauerstärke des Gewölbes in Millimeter bezeichnet.

Wenn das Fallen eines Ganges schwach ist und nicht über 45 bis 55 Grad beträgt, so sichert man den Versatz bei sonst gutem Dach wohl nur durch eine Scheibenmauer, die man dann etwas krummstirnig macht.

Bei sehr mächtigen Gängen hält man häufig nur eine Strecke von mässigen Dimensionen offen, sei es, dass man Stossmauern setzt und Kappen

Fig. 395.



mit Verschuss darüber legt, sei es nach Art der Mauerung in Strecken mit seigeren Stössen. In solchen Strecken äussert sich, wie schon erwähnt, der Druck meist mindestens aus der Firste und beiden Stössen, seltener aus der Firste und einem Stoss, kaum aus der Firste allein, im schlimmsten Falle tritt hierzu noch Druck aus der Sohle. Wenn der Seitendruck mässig, Sohlendruck nicht vorhanden ist, so besteht die Unterstützung aus Scheibenmauern, welche zuweilen abgeböscht werden, und einem auf diese sich stützenden Gewölbe, Fig. 395. Hierzu nimmt man bei nicht zu grosser Weite, von etwa 1,308 bis 1,569 Meter im Lichten, den Halbkreis, bei ansehnlicherer Weite einen Kreisbogen, dessen Füsse ellipsenähnlich verlaufen, oder auch in diesem Falle, aber seltener, einen Kreisbogen, für den alsdann radial bearbeitete Widerlager auf der Scheiben-

mauer hergestellt werden müssen; der in letzterem Falle entsprechende Seitenschub wird durch den Seitendruck aufgehoben, beziehungsweise durch das umgebende Gebirge, gegen welches sich die Scheibenmauern stützen, unschädlich gemacht. Bei einem festen Stoss fällt die Scheibenmauer daselbst fort, und das Gewölbe widerlagert dort im Gestein. Dies entspricht der halben Thürstockzimmerung, während das Gewölbe mit zwei Stossmauern der ganzen Thürstockzimmerung analog ist.

Das Gewölbe ist oft weniger stark, als die Scheibenmauer, weil jenes vermöge seiner Krümmung auch bei geringerer Stärke grösseren Widerstand entgegensetzt.

Der Fuss der Scheibenmauern erfordert nach Umständen Halt und Sicherung und zwar:

a. gegen das Verschieben, was man durch Einlassen in Schlitze, oder durch Pflastern zwischen beide Stossmauern, oder durch Einbringung eines Gewölbes zur Spannung beider Mauern bewirkt; das zweite und dritte Mittel ist sehr wenig üblich, da man unter solchen Umständen, die ihre Anwendung nothwendig machen, die Scheibenmauer überhaupt verlässt, das erste Mittel ist unter allen Umständen zu empfehlen, wie man auch auf den Gruben bei Saarbrücken die Scheibenmauern in der Regel in einen 157 Millimeter tiefen Schlitz setzt[157]).

b. Gegen das Einsinken. Man legt breite Grundplatten der Länge nach bei mässig, der Quere nach bei stark gebrächer Sohle, oder man bedient sich hierzu der Holzroste aus Pfosten oder Brettern in der einen oder anderen Richtung; seltener wendet man Sohlengewölbe an, auf deren nach Oben gekehrten Füssen man die Scheibenmauern aufsetzt, was indess nicht häufig geschieht, da man dann auch meist Seitendruck hat, der für Scheibenmauern zu gross ist; ganz ausnahmsweise bringt man von festen Stellen aus längs den Stössen Bogen an, oder wenn, wie in altem Bau, gar keine Sohle vorhanden ist, zunächst Tragebogen der Quere nach, auf welchen widerlagernd Erdbogen der Länge nach geschlagen werden.

Bei grösserem Seitendruck, aber noch haltbarer Sohle verlässt man die Scheibenmauer und wählt die Ellipse, welche unten nicht geschlossen wird, sondern ähnlich, wie die Scheibenmauer, sich gegen das Gestein stützt, wobei selbstredend die Widerlager im Krümmungsradius stehen; auch kann es vorkommen, dass die Füsse nicht bis zur Sohle zu reichen brauchen, sondern auf höher liegenden Banketts ruhen können[158]).

Wenn die Sohle ausserdem gebräch ist, so schliesst man die Ellipse nach Unten, indem sie entweder umlaufend construirt wird oder, um unten einen grösseren Querschnitt zu behalten, auf ein flaches Kreisgewölbe gesetzt wird, wo dann auf ein gutes Widerlager zu achten ist. An und für sich ist die Ellipse, obschon für Schächte nicht zu empfehlen, bei der

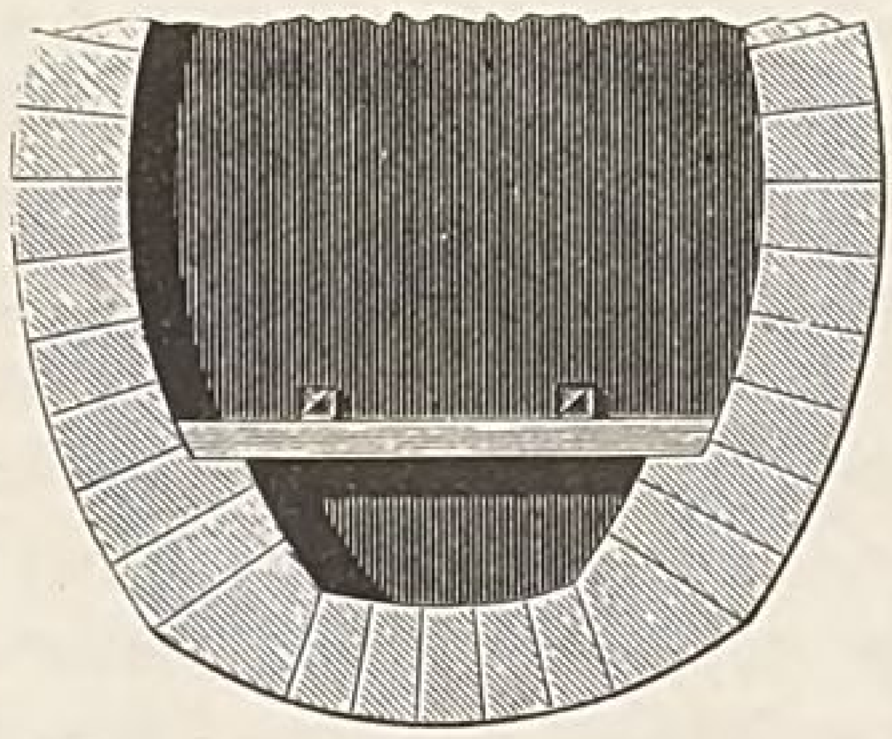
[157]) Nöggerath a. a. O. in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 3B. S. 159.

[158]) Nöggerath, ebenda. S. 160.

Streckenmauerung sehr zweckmässig, weil meist der grössere Druck aus der Firste kommt und die am Ende der langen Achse stärkere Spannung sich dahin kehrt.

Wie man auch die Mauer gestalten mag, immer ist auf die Anbringung von Tragewerk Rücksicht zu nehmen. Dies geschieht bei Scheibenmauern durch Anlehnen kurzer Böcke, in welche die Spreizen für das Tragewerk, wie sonst in Thürstöcke, eingelegt werden; bei jeder Art von Mauerung kann man entweder die Spreizen ausmauern, beziehungsweise Bühnlöcher für dieselben aussparen, was indess wegen des nothwendig werdenden Auswechselns des Holzes und der auf die Mauer fortgepflanzten Erschütterungen nicht zweckmässig, auch nur bei stärkeren Mauern ausführbar ist, oder man lässt die Mauern oberhalb der Wasserseige in Gestalt von Banketts vorspringen, auf welche die Tragwerksspreizen verlagert werden, Fig. 396, oder man spannt in der Höhe des Tragewerks Bogen ein, welche

Fig. 396.



oben durch Scheibenmauern abgeglichen werden und die Stege des Tragewerks ersetzen, oder endlich man überspannt die Wasserseige mit einem fortlaufenden Gewölbe, wodurch Vortheile für die Wetterführung und die Möglichkeit zur Pferdeförderung erreicht werden, wogegen das Schlämmen der Wasserseige erschwert wird, weshalb man zu diesem Zweck Einsteigelöcher in dem Gewölbe offen erhalten oder auch ausgemauerte Klärsümpfe anlegen muss[159]).

Ueber die Stärke der Streckenmauern mögen folgende Beispiele angeführt werden:

Auf den Gruben bei Saarbrücken[160]) macht man bei Anwendung von Sandstein die Stossmauern 0,471 bis 0,628 Meter, die Gewölbe 0,392 bis 0,471, auch 0,523 Meter stark; im Saarstolln hat man umlaufende elliptische Mauerung von 0,471 Meter Stärke;

auf der Braunkohlengrube Glückauf bei Völpke[161]) hat man umlaufende elliptische Mauerung von 1,569 Meter Höhe und 1,046 Meter Weite aus keilförmigen Ziegelsteinen von 262 Millimeter Länge und 157 Millimeter

159) Ottiliä, a. a. O. Bd. 8. S. 10.
160) Nöggerath, a. a. O. S. 160.
161) Ottiliä, a. a. O. S. 5.

Breite; die Breite der Steine bildet die Stärke der Mauer, sie sind in der Firste und Sohle 65 zu 46 Millimeter, in den Stössen 65 zu 59 Millimeter dick;

auf der Braunkohlengrube Georg bei Aschersleben wurde ein Sohlenort in der Kohle mittelst Abtreiben geführt und in umlaufender Ellipse 2 Meter hoch, 1,25 Meter weit bei 131 Millimeter Mauerstärke ausgemauert, wobei zu Firste und Sohle die Ziegelsteine keilförmig hergestellt waren;

auf dem Havelsberger Stolln hatte man eine nach Unten mit einem keilförmigen Sohlengewölbe geschlossene Ellipse und benutzte bis auf Höhe von 0,445 Meter Sandsteine von 262 Millimeter Stärke, im Uebrigen Ziegelsteine von 65 Millimeter Stärke, 157 Millimeter Breite, 262 Millimeter Länge, in den unteren Ecken wurden ausserdem besonders bearbeitete Keilstücke eingesetzt.

Im Allgemeinen wird man bei gewöhnlichen Ziegeln die Stärke der Mauern etwa zu $1^1/_2$ Steine nehmen, seltener 1 oder 2 Steine, weil jene Stärke zweckmässig ist, um einen gehörigen Verband zu erhalten, was besonders bei kleinen Krümmungen von Wichtigkeit ist, da bei denselben die Fugen nicht gleichmässig zu erlangen sind.

Zur Ausführung der bezeichneten Streckenmauerungen hat man in allen Fällen zunächst die Sohle von Wassern frei zu machen, wenn solche vorhanden sind; hierzu schlägt man vor und hinter der auszumauernden Stelle der Strecke je einen Damm, von denen man den hinteren etwas höher nimmt, über beide Dämme wird ein Gefluther gelegt, welches die aufgedämmten Wasser abführt; sollte sich zwischen beiden Dämmen noch Wasser ansammeln, so muss dies durch Ausschöpfen beseitigt werden. Demnächst folgt das Einhauen der Schlitze für die Füsse der Scheibenmauern selbst bis zum Ansatzpunkt des Firstengewölbes, zu dessen Herstellung die Lehren aufgerichtet und verschalt werden, um alsdann schliesslich das Gewölbe darüber zu wölben.

Ist ein Sohlengewölbe auszuführen, so geschieht dies vom Schlussstein aus nach beiden Seiten, mag es ein besonderer Bogen oder ein Theil einer umlaufenden Ellipse sein; vorher hat man die Sohle entsprechend zuzuführen oder durch Anbringung von Scheibenmauer auszugleichen. Beim Vorhandensein vieler Wasser taugt für Sohlengewölbe gewöhnlicher Mörtel nicht, der ausgewaschen werden und die Kosten nutzlos erhöhen würde; in solchen Fällen mauert man daher trocken mit Bruchsteinen oder mit keilförmigen Ziegelsteinen oder mit hydraulischem Mörtel und gewöhnlichen Ziegeln.

Die Lehren werden erst aufgestellt, wenn man ein Stück mit den Stossmauern in die Höhe ist. Dieselben werden wegen Anbringung der Verschalung um deren Dicke in ihren Dimensionen geringer genommen, als die Mauer im Lichten weit sein soll. Zu der ganz oder fast ganz umlaufenden Mauerung setzt man die Holzschablonen aus mehren Stücken

in der Weise zusammen, dass die Communication in der Strecke möglichst wenig behindert wird; auch verwendet man, um den Streckenraum weniger zu beengen, eiserne Lehren, die für grössere Dimensionen gleichfalls aus zwei oder mehren Theilen bestehen und durch Schrauben verbunden werden. Die Verschalungsbretter nimmt man bis zu 105 Millimeter Breite und etwa 26 Millimeter Stärke; einige derselben legt man auf den Sohlenbogen, setzt die Lehren darauf, verzieht von Zeit zu Zeit, etwa von 30 zu 30 Centimeter, die Stösse in dem Maasse, als die Mauerung aufsteigt und verschalt erst vollständig für Ausführung des Firstengewölbes. Da man hier die Steine nicht von Oben einbringen kann, sondern nur von der vorderen oder hinteren Seite, so erstreckt sich die Verschalung nur von Lehrbogen zu Lehrbogen, welche etwa in 0,785 bis 1,046 Meter Entfernung von einander angebracht sind.

Bei Strecken, welche in losem oder schwimmendem Gebirge aufgefahren sind, gestaltet sich Alles schwieriger, weil man auf die Wegnahme der Zimmerung Rücksicht zu nehmen hat, wobei man häufig auf das Entfernen der Pfähle verzichten muss. Man sucht die Mauerung so zu führen, dass zunächst die Pfähle an einem Ende unterfangen werden, worauf man im Stande ist, die Kappen und Thürstöcke fortzunehmen. Begonnen wird auch hier mit dem Sohlengewölbe: man spreizt zwei oder mehre Paar Thürstöcke durch Hubspreizen ab, entfernt die Grundschwelle, beginnt das Gewölbe in der Sohle, haut die Thürstöcke unten ab, wenn mit der Mauerung die Seitenpfähle erreicht werden, und stellt demnächst Schablonen auf. Entsprechen dieselben der Form einer beim Abtreiben etwa benutzten eisernen Unterstützung, so kann man, wenn die Verschalung angebracht ist, von dieser aus die Abtreibepfähle stützen, was aber meist nur vorkommen wird, wenn die Mauerung dem Ortsbetriebe unmittelbar nachfolgt[162]). Uebrigens lassen sich hierbei in vielen Fällen Hilfsthürstöcke und Kappen nicht umgehen, wie man überhaupt immer nur kurze Stücke der Mauerung auf einmal herstellen kann, nach Thürnagel nur 1,5 bis 2 Meter. Derselbe räth auch, vom Ortspunkte nach dem Anfangspunkte zurückzugehen, weil man dann die Köpfe der Pfähle gleich mit unterfängt[163]). Obwohl man in verschiedenen Fällen die Mauerung der Abtreibezimmerung unmittelbar folgen lässt, so zieht man es doch auch häufig vor, lieber erst die schwimmenden Massen zu durchfahren, weil sie dadurch abtrocknen und nun weniger stark drücken; andererseits kann aber starker Druck gerade Veranlassung sein, sofort die Mauerung anzubringen.

Von anderen Formen der Mauerung, wie die beschriebenen, ist der gothische Bogen (Spitzbogen), welcher in Tyrol vorkommt, schon erwähnt; tritt hierzu ein Sohlengewölbe, so erhält die Mauerung gewissermassen das Ansehen eines sphärischen Dreiecks.

[162]) Ottiliä a. a. O. S. 7.

[163]) Thürnagel a. a. O. in Dr. Karsten Archiv. Bd. 5 u. 11.

Für Strecken mit nicht seigeren Stössen kommen noch mancherlei Formen vor, wie in Sachsen bei den dortigen schmalen und im Allgemeinen steil fallenden Gängen. Die Construction solcher Mauerungen kann sehr mannigfaltig sein[164]) und richtet sich nach den Dimensionen der offen zu haltenden Strecken, dem Fallen der Lagerstätte und dem daraus resultirenden Drucke. Beim Abbau von Flötzen wird die Nothwendigkeit zur Herstellung solcher Mauerungen seltener sein, weil der Bau schneller vorrückt und die Strecken wieder abgeworfen werden können.

Wo eine Strecke aus einer anderen abgeht, wölbt man für diese in der Mauerung der ursprünglichen Strecke einen Bogen ein, an welchen sich die Mauer für die Strecke anschliesst; wo zwei Strecken sich kreuzen, führt man ein Kreuzgewölbe nach der Art der über Tage vielfach vorkommenden auf.

Wichtig ist es, bei Gesteinen, welche leicht verwittern, die Mauerung sofort auszuführen, wo dann zur Erreichung des Zwecks eine geringe Stärke der Mauer genügt; dieser Gesichtspunkt ist sehr häufig bei Füllörtern massgebend und sollte auch bei der Durchörterung von Verwerfungen beachtet werden. Zu gleichem Zweck hat man versucht, verwitterndes Gestein gleich nach seiner Durchfahrung durch Berappen mit hydraulischem Mörtel zu schützen, so auf der Steinkohlengrube Zollverein bei Essen[165]), auf dem Salzberge zu Hallstadt im Salzkammergute[166]); die Versuche sind, wenigstens an diesen Stellen, misslungen, weil das Aufblähen des Thons nach kurzer Zeit eintrat und der Putz abblätterte. Dagegen wird eine erfolgreiche Anwendung solchen Verputzes von dem Fürst Lobkowitz-Stolln zu Häring in Tyrol gemeldet[167]). Der Stolln wurde querschlägig durch Mergelschichten der Tertiärformation getrieben, das Gestein war leichtlöslich, brüchig und mürbe. Nachdem man früher die brüchigen Stellen mittelst Zimmerung oder Mauerung versichert hatte, machte man seit 1845 den Versuch, die der Verwitterung ausgesetzten Stellen zu verputzen und führte dieses Verfahren seit 1852 in allen löslichen, mürben, nicht in Druck stehenden Stellen vollständig durch und brachte den Putz unmittelbar beim Auffahren, immer bis 20 Meter vor Ort, an. Bei löslichem Gestein, wo nur ein allmäliges Abbröckeln in Folge von Verwitterung stattfindet, brachte man einen zweimaligen Aufwurf von im Ganzen $6^1/_2$ bis 8 Millimeter Stärke an, bei mürbem brüchigen Gestein einen drei bis fünfmaligen Aufwurf, im Ganzen 26 bis 39 Millimeter stark. Der Mörtel besteht für trocknes Gestein aus 2 Theilen Cement, 3 Theilen Sand und 1 Theil Wasser dem Volumen nach, für feuchtes Gestein aus 2 Theilen

[164]) Gaetzschmann: Anleitung zur Grubenmauerung. Schneeberg 1831. S. 96.

[165]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 8A. S. 181. — Glückauf. Essen 1872. No. 52.

[166]) Huyssen, ebenda Bd. 2B. S. 29.

[167]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1872. S. 385.

Cement, 2 Theilen Sand, 1 Theil Wasser; die Mischung des Cements und Sandes erfolgt erst trocken, erst nachdem diese vollständig erfolgt ist, wird das Wasser zugesetzt. Es darf der Mörtel nicht auf Vorrath angemacht werden, sondern nur so viel, dass er im Arbeitstroge nicht erhärtet, da es Bedingung der ganzen Arbeit ist, dass der Aufwurf unmittelbar nach seiner Aufbringung hart wird. Man hat über 2000 Meter Streckenlänge in solcher Weise seit 1845 beworfen und dadurch die schwerköstige Zimmerung erübrigt. Auch auf anderen Gruben, so auf Gerhard Prinz Wilhelm, am Piesberge bei Osnabrück hat man in neuerer Zeit günstige Erfahrungen mit dieser Methode gemacht[168]), so auch auf der Grube Gabriele bei Steierdorf im Banat[169]); auf den Wilzek'schen Gruben bei Mährisch-Ostrau, wo der Director Stieber 4000 Meter Streckenlänge durch Cementputz sicher gestellt hat[169a]).

Anderweitig hat man zur Sicherung der Sohlen in blähendem Thon, namentlich auf Braunkohlengruben, dieselben mit Steinschlag versehen (macadamisirt); die grössten Stücke hatten Faustgrösse und wurden mit den übrigen kleineren so weit eingerammt, dass sich eine Steinschicht von einigen Centimetern Stärke bildete, deren nach Unten gewölbter Bogen sein Widerlager gegen die Streckenstösse fand. Wo sich das Verfahren gut bewährt hat, wie auf den Braunkohlengruben cons. Beust und Richard bei Grünberg, Hoffnung bei Eisleben[170]) kann nur der Abschluss der Luft von gutem Erfolg gewesen sein, indem dadurch das Aufblähen des Thons vermieden wurde, während zum Widerstande gegen den Druck dieser Steinschlag nicht geeignet ist. So hat derselbe auch auf Braunkohlengruben in der Nähe von Halberstadt keinen günstigen Erfolg gehabt. Auf der Steinkohlengrube ver. Westfalia hatte man die Sohle der Förderstrecken mit harten Ziegelsteinen gepflastert; hierdurch litt aber der Hufbeschlag der Pferde sehr stark. Deshalb stampft man jetzt die Sohle der Strecken mit Schutt von bleichen Ziegeln aus, welche vor Schlacken und Asche den Vorzug haben, die Feuchtigkeit stärker zu absorbiren und eine festere Masse zu bilden; hierdurch sind die Kosten des Hufbeschlages gegen früher um die Hälfte vermindert[171]). Wo nicht allein die Verwitterung des Gesteins oder das Plastischwerden des Schieferthons das Agens für die Aufblähung ist, sondern vielmehr und hauptsächlich der Druck, werden die Schutzmittel, welche darauf ausgehen, das Gestein vor dem Zutritt des Wassers und der Luft zu schützen, nicht ausreichen oder ganz vergeblich sein. Man wird in solchen Fällen durch das Anpassen der Baumethode

[168]) Zeitschr. a. a. O. Bd. 20B. S. 360.

[169]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1877. S. 522.

[169a]) Ebenda. Wien 1881. S. 546. — Deutsche Töpfer- und Ziegler-Zeitung. Berlin 1881. S. 368.

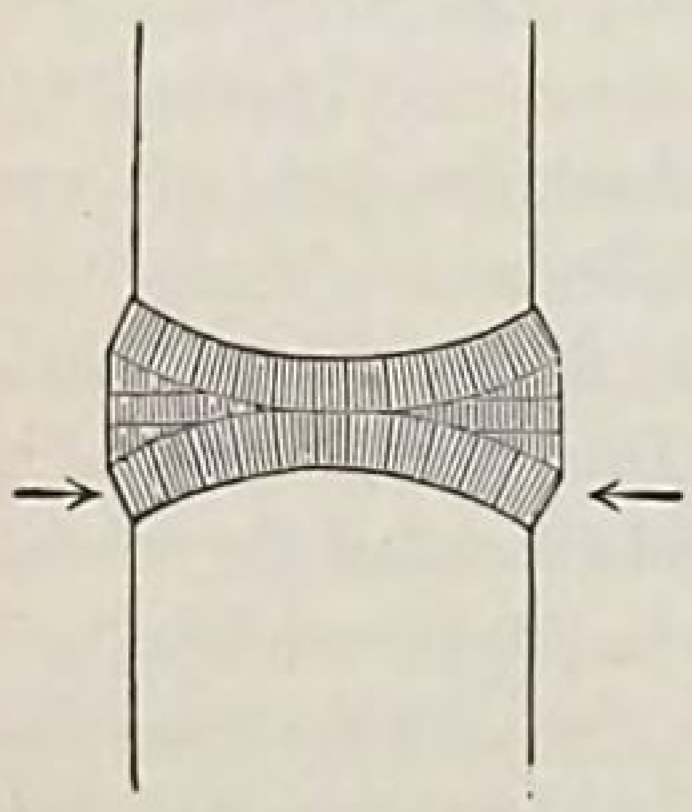
[170]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 2A. S. 359. u. Bd. 8A. S. 182.

[171]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 24B. S. 152.

zu Hilfe kommen müssen, indem man die Abbaufelder möglichst kurz nimmt und den Strecken eine entsprechende Weite zur Pfeilerbreite giebt[172]). Wie die blähende Eigenschaft des Liegenden für die Abbaumethode auf der fiskalischen Grube am Habichtswalde verwendet wird, ist oben S. 577 näher beschrieben.

Im Hauptschlüsselerbstolln in Oberschlesien hat man in einem Theile, wo er schwimmendes Gebirge durchfahren hat, die Sohle mit 0,785 bis 0,942 Meter langen, vollkantigen zugespitzten Holzkeilen, welche mit Hilfe eines Rambärs dicht neben einander eingetrieben wurden, unter gleichzeitiger Verstopfung aller Zwischenräume mit Stroh und Werg, ausgetäfelt und darauf die elliptische Mauerung des Stollns gesetzt[173]). Auf ver. Dorstfeld in Westfalen hat man die Sohle des Hauptquerschlages, welche wegen des quellenden Liegenden bei grosser Nässe kaum zu passiren war, ausgepflastert; die unten zugespitzten Pflastersteine wurden in eine 78 bis 100 Millimeter starke Lage feingesiebter Kohlenasche eingebettet. Das Pflaster hat sich gut bewährt und konnte daselbst auch die Förderung mit Pferden ausgeführt werden[174]).

Fig. 397.



Spanngewölbe, welche nach Art der Stempel wirken, kommen selten und kaum anders als auf Gängen, wie in Sachsen vor; sie setzen ein mehr seigeres Fallen voraus und erhalten dann nicht mehr als höchstens 80 Millimeter Spannung auf den Meter; bei starkem Seitendruck belastet man sie von Oben durch Bergeversatz, am besten aber ohne Zweifel durch ein Gegengewölbe, Fig. 397, wobei der Raum zwischen beiden mit Bergen auszufüllen ist.

Zu erwähnen ist hier noch das Mauern von Wasserseigen, Röschen u. dgl. m., welches in der Regel in trockener Mauerung und nur bei durchlassender Sohle und Hauptwasserabführungsstrecken in hydraulischem Mörtel geschieht; um die Wasserseige rein zu erhalten, wird sie mit Steinplatten abgedeckt oder mit einem gewöhnlichen Gewölbe überspannt.

Auf der Grube Beilstein bei Dillenburg bringt man statt der gemauerten Wasserrösche Betonröhren mit elliptischem Querschnitt von 900 Millimeter Höhe und 600 Millimeter Weite an, die in Längen von 1,5 Meter verlegt werden; die Verbindung erfolgt durch aus- und aufspringende, in einander passende Flantschen, welche durch Cement gedichtet werden.

172) Glückauf. Essen 1872. No. 52.

173) Hauchecorne: Versuche u. Verbesserungen beim Bergwerksbetrieb in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17B. S. 63.

174) Zeitschr. a. a. O. Bd. 20B. S. 361.

IV. Gewöhnliche Ausmauerung von Schächten.

Unmittelbar unter der Tagesoberfläche, wo in der Regel loses Gebirge sich findet und die Tagewasser zum Schachte leicht Eingang finden, sollte man Schächte von einiger Bedeutung stets ausmauern, und zwar entweder wasserdicht mit entsprechendem Mörtel oder mittelst Hinterfüllung von Lehm. Ausserdem findet auch für grössere Tiefen zur Abhaltung von Druck unter ähnlichen Verhältnissen wie bei Strecken Mauerung statt. Es empfiehlt sich überhaupt, auch da, wo Druck der Schachtstösse nicht stattfindet, auch später scheinbar nicht zu erwarten ist, die Schächte unmittelbar und gleichzeitig mit dem Abteufen mit einer — wenn auch nur dünnen — Mauerung zu versehen, welche nur dazu bestimmt ist, Luft und Wasser von den Stössen abzuhalten und deren Verwitterung zu verhüten, da aus solcher Verwitterung sehr leicht spätere Störungen im Betriebe erwachsen können. Man hat die Ausmauerung seigerer und tonnlägiger Schächte zu unterscheiden.

a. Seigere Schächte.

Die Ausführung der Mauerung in seigeren Schächten erfolgt in doppelter Weise: entweder teuft man den Schacht bis zur Erreichung des festen Gebirges ab und mauert ihn alsdann, also vom tiefsten Punkt, aufsteigend nach Oben, aus, oder er wird während des Abteufens in einzelnen Absätzen ausgemauert; im ersten Falle muss also das gebräche Gebirge durchsunken sein, im anderen ist es mehr die Absicht, das Entstehen des Drucks überhaupt zu verhindern und an Zimmerung zu sparen.

1. Aufsteigende Ausmauerung.

Bei rechteckigen und quadratischen Schächten werden in der Regel alle vier Stösse zu verwahren sein, nur seiger fallende Gänge könnten hiervon eine Ausnahme machen. In den seltensten Fällen werden vier geradstirnige Scheibenmauern genügen, was wohl nur bei der Ausmauerung von Rollen vorkommt.

Gewöhnlich werden die Schächte mit vier gegen einander gestellten krummstirnigen Scheibenmauern ausgebaut, welche dadurch gewölbeartig werden; die äussere rechteckige Form ist dabei nicht unbedingt nothwendig, obschon bei stärkerem Druck zwekmässig, weil dadurch eine Verstärkung der Mauer, namentlich in den Ecken, eintritt. Macht man die Mauer äusserlich rechteckig, so muss man von vorn herein in entsprechend grösseren Dimensionen abteufen und sich mit der verlorenen Zimmerung danach einrichten, Fig. 398; wählt man auch für die äussere Begränzung der Mauer die Bogenform, so hat man als Dimensionen des Abteufens nur das durch Ecken der äusseren Bogen gebildete Rechteck zu beachten, während die Krümmung für den Bogen später zugeführt wird, Fig. 399. Auf

den Gruben bei Saarbrücken[175]) stellt man die bogenförmigen Mauern aus Bruchsteinen in einer Stärke von 471 bis 523 und 628 Millimeter mit einer Spannung von 80 bis 125 Millimeter auf den Meter her; Gaetzschmann giebt die Spannung von 30 bis 60 Millimeter auf den Meter an. Bei An-

Fig. 398.

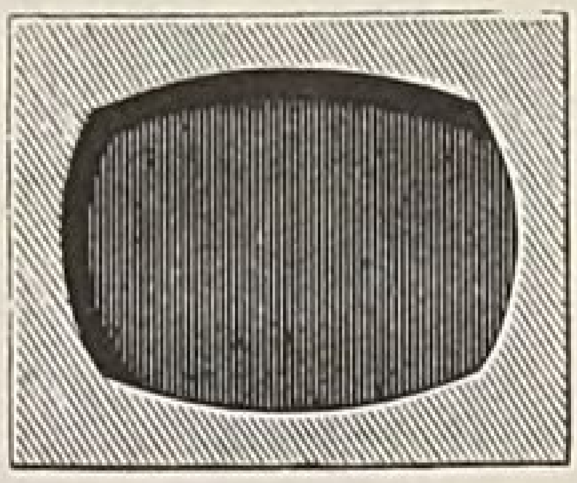
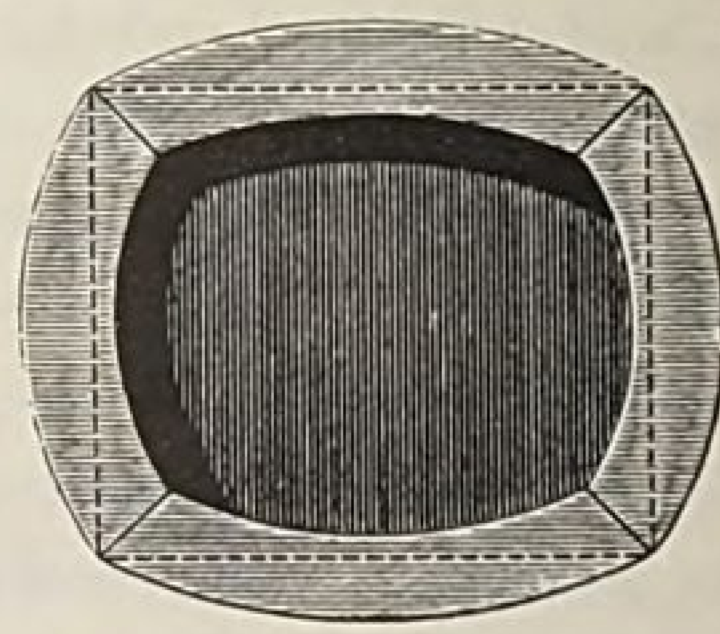


Fig. 399.



wendung von Ziegeln wird man selbst in sehr weiten Schächten mit $1^1/_2$ Steinen Stärke ausreichen und selten zwei Steine brauchen, für kleinere Dimensionen genügt ein Stein.

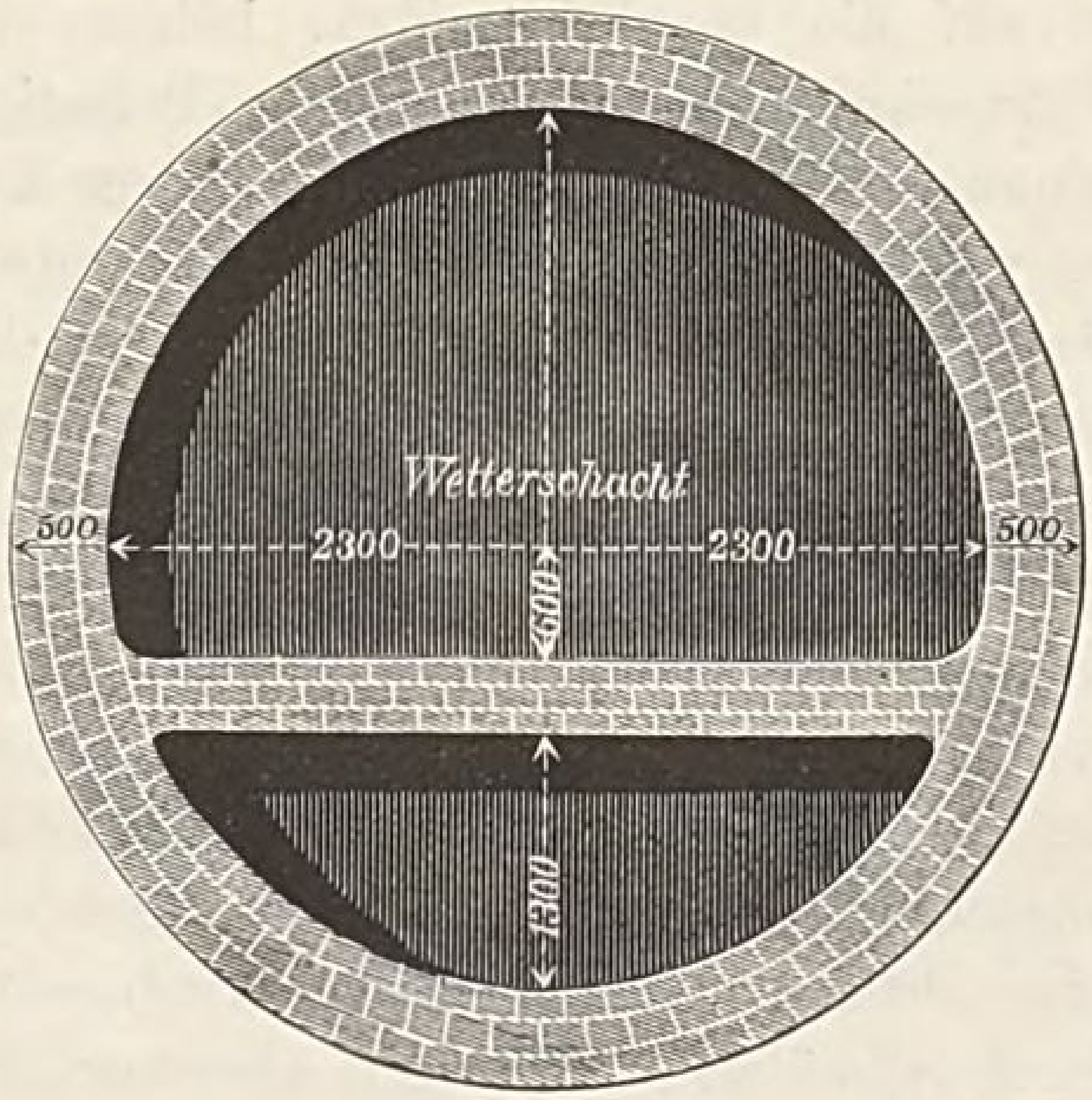
Für runden und ovalen Querschnitt ergiebt sich die Mauerform von selbst; zur runden Form wird man im vorliegenden Fall durch die Grösse des Drucks selten gezwungen sein, obwohl sich der kreisrunde Grundriss der Schächte, wie in anderen Beziehungen, so auch in Bezug auf die Mauerung sehr empfiehlt.

Bei jeder Form der Schachtmauer muss für ein sicheres Fundament gesorgt werden. Dies geschieht, entweder indem man die Mauer auf festes Gestein aufsetzt, welches nach Befinden durch anzubringende starke Zimmerung in ganzem Schrot noch mehr gesichert wird, und wobei man häufig dem Mauerfuss grössere Stärke, als der übrigen Mauer, zutheilt, häufig in solchen Formen wie bei der später zu erwähnenden wasserdichten Mauerung; oder man bildet das Fundament durch Tragebogen, beziehungsweise Gewölbe. Bei rechteckigem Querschnitt spannt man kurze Tragebogen zwischen die langen Stösse und setzt darauf die Tragebogen für die langen Stösse, obwohl man diese auch selbstständig gegen das Gestein widerlagern lässt; die Spannung der Tragebogen wird etwa 160 bis 200 Millimeter auf den Meter genommen, die Stärke ist abhängig von der zu tragenden Last, bei Anwendung von vier Bogen erhalten sie selbstredend krumme Stirn. Wenn man auch Schachtscheider mauert, so setzt man sie gleichfalls auf Tragebogen, welche bei der gewöhnlichen rechteckigen Eintheilung entweder auf den langen Fundamentbogen oder im Gestein widerlagern; gemauerte Scheider sind indess an sich, wenn nicht ganz besondere Umstände, z. B. die Nothwendigkeit, ein Trum als Wetterofen abzukleiden, vorliegen, unzweckmässig, weil sie wegen ihrer Dicke zu viel Raum einnehmen, und weil sie den Vibrationen bei starker

[175]) Nöggerath, a. a. O. Bd. 3B. S. 161.

Förderung schlecht widerstehen, da sie nur geradstirnig aufgemauert werden können; wendet man sie an, so muss man auf Fahrlöcher Bedacht nehmen. Ein derartig ausgeführter Schacht ist der Wetterschacht der Heinitzgrube bei Saarbrücken[176]), Fig. 400. Derselbe ist auf seiner Sohle mit einem Wetterofen versehen; die kleinere Abtheilung sollte ursprünglich

Fig. 400



zur Fahrung und zur Einbringung von Luftleitungsröhren dienen, was aber später aufgegeben wurde, so dass man schliesslich den gemauerten Schachtscheider an mehren Stellen wieder durchbrochen hat und den ganzen Schacht als Wetterschacht benutzt.

Runde und eben so ovale Schachtmauern fundamentiren sich schlecht auf Tragebogen; man bringt dann wohl acht solcher Bogen, wie auf der Steinkohlengrube Westfalia bei Dortmund, an, von denen vier ähnlich wie bei rechteckigem Querschnitt gestellt und mit angemessenen krummen Stirnen versehen werden, während man vier andere, kleinere auf diese stellt. Man kann die Mauern auch auf ein Kuppelgewölbe setzen, muss dann aber sicher sein, dass der Schacht nicht weiter niedergebracht werden soll und Strecken nur oberhalb der Kuppel aus dem Schachte abgehen; in diesem, wie in allen anderen Fällen werden für die Strecken Oeffnungen in die Schachtmauer eingewölbt.

Findet man im schwimmenden Gebirge gar keine feste Sohle, so kann man für runden oder ovalen Querschnitt ein umgekehrtes Kuppelgewölbe legen, hat dann aber dieselben Bedingungen, wie die eben erwähnten, zu erfüllen.

Im Königreich Sachsen legt man bei rechteckigem Querschnitt 16 bis

176) Schachtquerschnitte der Kgl. Steinkohlengruben bei Saarbrücken. 1875. S. 14.

21 Meter über den unteren Tragebogen nochmals Tragebogen innerhalb der vier Mauern, wie der etwaigen Scheider, welches Verfahren für das Entlasten der unteren Tragebogen zu empfehlen ist, bei wasserdichter Mauerung, die sich durchaus gleichmässig setzen soll, verwerflich sein würde. Früher legte man alle 8 bis 10 Meter flache Tragebogen und ausserdem von 1,5 zu 1,5 Meter sog. Spannschichten ein, wozu indess ein Bedürfniss nicht vorliegt.

Mit Rücksicht auf die anzubringenden, hölzernen Schachtscheider, sowie auf sonstige Zwecke, wie Pumpeneinbau, Befestigung von Fahrten, muss bei dem Ausmauern stets auf das Anbringen von Zimmerung Bedacht genommen werden, wobei es Grundsatz sein sollte, nur die durchaus erforderliche Zimmerung zu legen, welche sich stets auf Einstriche reduciren lassen wird; trotzdem findet man, zumal bei vier bogenförmigen Mauern, häufig dieselbe Zimmerung, wie im nicht ausgemauerten Theile, was zu missbilligen ist, weil eben die Mauerung, so weit es möglich, die Zimmerung ersetzen soll.

Die Zimmerung kann in die Mauer eingelegt werden, wobei für die Möglichkeit der Auswechselung zu sorgen ist, oder sie ruht auf Vorsprüngen, wozu bei Bruchsteinmauer vorspringende Steine, bei Ziegelsteinmauer entweder besonders eingelegte Bruchsteine oder Consolen dienen, welche durch allmäliges Vorkragen einzelner Steinlagen gebildet werden.

Für die Ausführung hat man Schablonen zur richtigen Innehaltung der Bogenformen und Lothe für die senkrechte Stellung der Mauer anzuwenden; die Schablonen bilden zugleich Arbeitsbühnen, sie werden auf die Zimmerung verlagert und mit dem Aufsteigen der Mauer immer neu verlegt.

Mit der Aufführung der Mauer ist auch die verlorene Zimmerung zu beseitigen und wieder zu gewinnen, wobei man durch sorgfältige Unterfangung des oberen Theils der Zimmerung den Schacht sicher zu stellen hat.

2. Absatzweise Ausmauerung.

Die absatzweise Ausmauerung wird in England bei runden, in Belgien bei runden und elliptischen Schächten, auch bisweilen in Deutschland z. B. in Westfalen, auch neuerdings in Oberschlesien angewendet; in Belgien geschieht es unterhalb der Cuvelage im thonigen Gebirge, in England ganz allgemein zur Ersparung der Zimmerung und zur Sicherung des Gebirges vor Verwitterung. Selten geht man ein Stück mit provisorischer Zimmerung in dem Schacht nieder und mauert dasselbe dann von Unten auf aus, häufiger — und das ist das eigentlich Bezeichnende dieser Methode — teuft man soweit ab, wie das Gebirge frei zu stehen im Stande ist, und mauert dann aus. Es handelt sich darum, den einzelnen Stücken der Mauer, welche in Belgien, wie in England aus Ziegeln oder in England häufiger

aus Bruchsteinen besteht, in beiden Ländern aber nass ausgeführt wird, einen festen Fuss zu geben; dies geschieht:

1. im District du Centre[177]) bei elliptischer Mauerung durch ein rechteckiges, hölzernes Geviere, dessen lange Hölzer eingebühnt werden, indem man durch aufgelegte Bohlenstücke den elliptischen Querschnitt in dem Geviere herstellt; dieses Tragejoch, welches von Zeit zu Zeit wiederholt wird, entspricht den Tragestempeln bei der Bolzenschrotzimmerung.

2. Im Couchant de Mons[178]) wendet man bei nicht sehr festem Gebirge ähnliche Tragejöcher an, welche aber bei rundem Querschnitt des Schachtes eine polygonale Form erhalten. Im Allgemeinen haben die Tragejöcher den Uebelstand, dass sie ein gleichmässiges Setzen der Mauer verhindern. Deshalb vermeidet man sie

3. im Couchant de Mons bei festerem Gebirge, im Departement du Nord in Frankreich, sowie in England für runden Querschnitt durch eingelegte Holzkränze, welche, wie die bei der Zimmerung erwähnten cribs, radfelgenartig zusammengesetzt werden; in Belgien setzt man die einzelnen Stücke der Kränze mit kurzen Zapfen zusammen, zu Anzin stösst man sie stumpf aneinander, verkeilt aber nach der Verlegung an Ort und Stelle stark gegen das Gebirge, ähnlich ist das Verfahren in England. Unter dem Tragekranz lässt man eine Gesteinbrust stehen, welche beim weiteren Abteufen allmälig unterhauen und beim Heraufkommen des neuen Mauerabsatzes weggenommen wird, so dass dieser unmittelbar an den Tragekranz angeschlossen werden kann, wobei man zuerst die beiden Enden jedes Segments unterfängt und demnächst den übrigen Theil ausmauert. Bei gebrächem Gebirge hängt man in England die Tragekränze wohl an Anker auf, welche in starken Balken in der Nähe der Schachthängebank ihre Stütze finden; oder man schlägt, wie es auf der Steinkohlengrube ver. Maria Anna und Steinbank bei Bochum geschehen ist, unmittelbar unter den Kranz horizontale Bohrlöcher in die Schachtstösse, steckt in diese Eisenstangen, auf denen die Kranzsegmente ruhen, und schlingt um die Eisenstangen Ketten, welche bis zu Tage geführt und befestigt werden.

Die Holzkränze dienen gleichzeitig zum Befestigen der für die Schachtscheider erforderlichen Zimmerung, zu welchem Zweck man in England auch in die Mauer an entsprechenden Stellen hölzerne Klötze einmauert.

Die Stärke der Mauer ist, dem Zwecke entsprechend, meist nur gering und übersteigt nur in gebrächem Gebirge 1 Ziegel; in Belgien hat man bei Charleroi keilförmige Steine von 0,240 Meter Stärke benutzt.

Zur Ansammlung von Wasser legt man in Belgien Wasserkränze (gargouilles) in die Mauer ein; es sind dies hölzerne, ausgekehlte Kränze,

[177]) Ponson: Traité de l'exploitation des mines de houille tome I. pag. 372.

[178]) Ponson a. a. O. pag. 374.

über welchen man die Steine etwas zurückspringen lässt, wenn man ihnen nicht vorspringende Rinnen aus Gusseisen geben will. Ganz ähnlich verfährt man in solchem Falle auf den englischen Gruben[179]).

Das Verfahren empfiehlt sich bei runden Schächten, wenn man die Absätze der Natur des Gebirges anpasst und sie nicht höher nimmt, als unter gewöhnlichen Verhältnissen Tragestempel für Bolzenschrot angebracht werden, vollkommen, indem die provisorische Zimmerung ganz erspart und das Gebirge vor Verwitterung geschützt wird.

Auch bei rechteckigem Querschnitt wird das Verfahren anzuwenden sein, wenn man statt der Tragekränze Tragebogen anbringt, deren Kosten aber nur dann anzulegen sind, wenn man die Absätze hoch macht, wodurch dann doch wieder provisorische Zimmerung nothwendig wird; man wird diesen Weg wählen müssen, wenn man nicht abwarten kann, bis festes Gebirge erreicht ist, wie es z. B. auf der Scharley-Grube in Oberschlesien[180]) geschehen ist.

Auf der Galmeigrube Neue Helene bei Scharley ist der Scherbeningschacht absatzweise ausgemauert worden. Der obere Theil des Schachtes, welcher in Letten steht, ist mit achteckiger Schrotzimmerung ausgebaut, während im festen Dolomit nur gebräche Stellen mit verlorenen Jöchern und Schwartenpfählen geschützt sind. In solcher Weise ging man bis zur Tiefe von 33 Meter nieder, wo ein gusseiserner Kranz, welcher einen äusseren Durchmesser von 6,277 Meter, einen lichten von 5,649 Meter hat, aus Segmenten mit Laschenverbindung zusammengesetzt ist, horizontal verlagert wurde. Auf diesen Kranz führte man die Mauerung bis zu Tage aus, was mit Hilfe einer fliegenden Bühne geschah. Nach Vollendung dieses Mauerstücks teufte man in früherer Weise bis zur Tiefe von 50 Meter weiter ab, wobei man unter dem eisernen Kranze eine Brust zu dessen Unterstützung anstehen liess, indem man erst allmälig beim Aufrücken des zweiten Mauerabsatzes den Schacht auf die lichte Weite von 6,591 Meter zuführte. In der Tiefe von 50 Meter wurde ein neuer gusseiserner Kranz eingebaut und auf demselben die Mauer bis zu 33 Meter Tiefe in die Höhe geführt. Der obere Mauertheil hatte inzwischen so viel Festigkeit erlangt, dass der eiserne Kranz hier entfernt und die untere Mauer an die obere dicht angeschlossen werden konnte. In derselben Weise ist man dann weiter bis zur Tiefe von 84 Meter vorgegangen[181]). Ein absatzweiser Ausbau theils in Eisen, theils in Mauerung fand bei den Tiefbauschächten zu Poremba der Königin Luise Grube bei Zabrze in Oberschlesien statt[182]).

[179]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. Bd. 10B. S. 22.

[180]) L. Mauve in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 12B. S. 27.

[181]) Zeitschr. a. a. O. Bd. 20B. S. 361.

[182]) Schantz: die Tiefbauschächte der Königin Luise Grube in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 23B. S. 226.

b. Tonnlägige Schächte.

Die Art der Ausmauerung tonnlägiger Schächte ist nach dem Fallwinkel verschieden; ist derselbe über 80 Grad, so kann man sich der Methode für seigere rechteckige Schächte bedienen. In anderen Fällen kommt es darauf an, ob nur die kurzen Stösse, oder ausserdem auch das Hangende oder Liegende oder Beide zu verwahren sind.

Die kurzen Stösse erhalten, wenn sie allein geschützt werden sollen, stets geradstirnige Scheibenmauern, die man auf Tragebogen setzt; die Steine legt man entweder parallel dem Liegenden oder selten senkrecht darauf oder söhlig, doch muss man im letzten Falle terrassenförmig einschneiden, um guten Fuss zu haben.

Wenn beide kurze Stösse und das Hangende zu verwahren sind, so erhalten die ersteren gleichfalls geradstirnige Scheibenmauern, das letztere versieht man bei nicht zu starkem Druck unter einer Neigung von nicht unter 45 bis 60 Grad mit einer krummstirnigen Scheibenmauer, welcher man 125 bis 160 Millimeter Spannung auf den Meter giebt; bei stärkerem Druck und schwächerem Fallen wendet man für das Hangende ein liegendes Gewölbe (Kellerhalsgewölbe) an. In den kurzen Stössen bringt man etwas aufgerichtete Tragebogen von 125 bis 160 Millimeter Spannung an und legt darauf einen doppelt gekrümmten Tragebogen für das Hangende, der indess immer weniger nothwendig wird, je schwächer das Fallen ist. Bei kleinen Dimensionen überspannt das Kellerhalsgewölbe die ganze Länge, bei grösseren Dimensionen wird es zweckmässig getheilt, wodurch zugleich gemauerte Schachtscheider entstehen; diese findet man auch wohl, wenn man die ganze Länge überspannt, wozu man bisweilen dann auch dem Gewölbe die Form einer halben Ellipse giebt.

Das Liegende drückt selten; wenn es trotzdem abgemauert werden soll, so wählt man dazu eine krummstirnige Scheibenmauer mit abwechselnden Spannschichten, welche unten auf Tragebogen ruht, oder einen umgekehrten Kellerhals.

C. Wasserdichter Ausbau.[183])

Der wasserdichte Ausbau ist nach zwei Beziehungen zu unterscheiden: entweder sollen dadurch — und dies ist hier der zunächst zu erörternde Fall — die Wasser in die Stösse zurückgedrängt werden, was kaum anders als bei seigeren Schächten vorkommt, oder die Wasser sollen durch Versperrung des Querschnitts der Baue abgesperrt werden, was durch die in besonderem Abschnitt zu verhandelnden Verdämmungen geschieht.

[183]) Lévy: Du fonçage des puits de mines à travers les terrains aquifères in Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. t. 14. p. 231. 401. 607.

Den wasserdichten Ausbau in Schächten pflegt man wohl als Cuvelage, Cuvelirung zu bezeichnen, besonders bei Anwendung von Holz und Eisen, weniger bei Ausmauerung; er kommt vor in wasserreichem Gebirge überhaupt, sowie beim Absperren höher gelegener alter Baue.

I. Cuvelage in Holz.

Der wasserdichte Ausbau von Schächten findet sich am Ausgedehntesten entwickelt in Belgien im Couchant de Mons und im nördlichen Frankreich beim Durchteufen wasserreicher Kreideschichten; von dort ist er auch nach anderen Gegenden übertragen, z. B. nach dem früheren Moseldepartement Frankreichs, nach dem Mansfeldischen, auch im Steinsalzschacht zu Artern angewendet. In Belgien ist die Methode noch dadurch ausgezeichnet, dass, wie es übrigens auch in Artern geschehen ist, bei der ansehnlichen Höhe des jüngeren Gebirges die Ausführung absatzweise eintritt, was an sich allerdings nicht wesentlich ist, sondern durch die speciellen Verhältnisse begründet wird. Die Höhe der Abtheilungen ist bedingt theils durch die vorhandenen Wasserhaltungskräfte, theils durch das Vorkommen ganz oder mässig wassertragender Schichten, theils durch das Auftreten von Quellen in dem durchteuften Gebirge; so macht man im nördlichen Frankreich die Abtheilungen 5 bis 6 Meter hoch, in Belgien bedeutender, wo dann häufig provisorische Zimmerung zur Sicherung des Abteufens erforderlich wird.

Bis zum Jahre 1820 gab man zu Mons und Anzin den Schächten quadratischen, seitdem regelmässig polygonalen Querschnitt; je nach dem Durchmesser des Schachtes schwankte die Zahl der Seiten zwischen 6, 8, 10, 12, 15 und 20, am häufigsten beträgt sie wohl 10; der eingeschriebene Kreis hat 2,9 bis 3 Meter Durchmesser, im Moseldepartement bei Carling 4 bis 4,2 Meter.

Die Zimmerung ist ganze Schrotzimmerung und besteht aus Kränzen zweierlei Art: 1. verkeilte Kränze (trousses picotées, sièges) am Fusse jeder Abtheilung, welche wasserdicht an das Gestein schliessen, und Picotagekränze heissen, 2. Cuvelagekränze (Aufsatzkränze); hierzu treten auch wohl noch Tragekränze (plates trousses in Belgien, trousses colletées in Frankreich), welche nur fest gegen das Gebirge verkeilt sind und die trousses picotées tragen sollen; bei grossen Druckhöhen liegen oft mehre Keilkränze unmittelbar oder getrennt durch Tragekränze über einander.

Meistentheils wählt man für diese Zimmerung Eichenholz; in der Gegend von Lüttich, wo man nicht jüngeres Gebirge, aber alte Baue in solcher Weise durchteuft hat, benutzte man Buchenholz, dem man dort hinsichtlich der Haltbarkeit, wohl mit Unrecht den Vorzug giebt.

Die Theile der Picotagekränze haben immer rechteckigen Querschnitt und sind breiter, als hoch, damit sie sicher aufliegen und nicht

umkanten; ihre Stärke nimmt ebenso, wie die der Cuvelagekränze mit der Tiefe, wie mit dem Durchmesser zu, im nördlichen Frankreich haben

	bei einer Tiefe von				Stärke	
die Picotagekränze	0	bis	30	Meter	220	Millimeter
	30	„	45	„	240	„
	45	„	60	„	260	„
die Cuvelagekränze	0	„	15	„	110	„
	15	„	30	„	120	„
	30	„	40	„	130	„
	40	„	50	„	140	„
	50	„	55	„	150	„
	55	„	60	„	160	„

Die Picotagekränze nehmen also bei einer grösseren Tiefe bis 15 Meter um 20 Millimeter, die Cuvelagekränze bei einer grösseren Tiefe bis 5 Meter um 10 Millimeter zu. Nach dem Wasserdruck berechnet sind hier die oberen Stücke verhältnissmässig stärker, als die unteren, was im Zusammenhange mit den oben vorhandenen gebrächeren Schichten und der Nothwendigkeit, Pumpen einzuhängen, steht. In Belgien nimmt man stärkere Dimensionen, indem man den Cuvelagekränzen bis zur Tiefe von 19,5 Meter eine Stärke von 180 Millimeter giebt und sie bei um 24,8 Meter grösseren Tiefen um 50 Millimeter verstärkt; die Picotagekränze sind bis 39 Meter Tiefe 440 Millimeter breit, 260 Millimeter hoch, von da bis 115 Meter Tiefe 580 Millimeter breit, 260 Millimeter hoch.

Die Ausführung der Arbeit[184]) zerfällt in mehrere Abtheilungen:

1. Das Legen des Picotagekranzes geschieht, nachdem die Gesteinsohle sorgfältig mit Schlägel und Eisen geebnet ist, oder auf einen besonderen Tragekranz; die einzelnen Stücke des Kranzes greifen mit kleinen Zapfen in einander. Der Kranz wird genau nach Loth und Wage in der Weise verlagert, dass zwischen seiner äusseren Fläche und dem Schachtstoss ein Zwischenraum von 80 bis 100 Millimeter frei bleibt. In diesen Raum setzt man Bohlen aus Tannen-, Pappel-, überhaupt aus weichem Holz (lambourdes) von der Höhe der Kränze und 30 Millimeter Dicke, welche man durch Keile gegen das Gebirge festhält; der Raum zwischen den lambourdes und dem Gestein wird unter Beseitigung der Keile mit weichem und von allen festen Bestandtheilen gereinigtem Moos dicht und fest ausgestampft.

2. Demnächst setzt man zwischen die lambourdes und den Picotagekranz Plattkeile aus getrocknetem Weidenholz ein, welche unten dicker, als oben sind, wodurch sich die Moosschicht zusammendrückt und ein Raum zwischen dem Kranz und den Keilen frei wird; in diesen werden ähnliche Keile mit dem dickeren Ende nach Oben eingetrieben. Ist diese

[184]) Ponson a. a. O. t. I. pag. 385.

Arbeit vollendet, so wird die Oberfläche durch Beseitigung der Keilköpfe abgeglichen.

3. Das eigentliche Picotiren geschieht durch mehre Sorten, gewöhnlich drei, Spitzkeile (picots) von verschiedener Länge und Stärke, wodurch die Keile so ausgedehnt werden, dass sich die Moosschicht zu fast unmerklicher Dicke zusammendrückt; die beiden ersten Keile sind aus Weiden- oder anderem weichem Holz, die dritte Sorte aus Eichenholz. Die Oeffnungen für die Keile werden mit einem Spitzhammer (agrafe à picoter oder picoteur) vorgeschlagen.

4. Der Picotagekranz wird, wenn er sich geworfen hat, abgehobelt und gehörig abgeglichen, wie man überhaupt durch Loth und Wage die richtige Lage fortwährend controliren muss.

5. Demnächst folgt das Einbringen der Aufsatzjöcher. Dieselben sind vorher über Tage genau bearbeitet, behobelt, zusammengesetzt, und numerirt, um sie bei der Verlagerung sogleich an die richtige Stelle zu bringen; dabei macht man die Stücke eines Kranzes nicht gleich hoch, damit die Horizontalfugen nicht im Schachte umlaufen. Die Stücke stossen in den Polygonecken stumpf an einander; die Verbindung der Stücke zweier über einander liegender Kränze erfolgt durch ein oder zwei Dübbel, welche entweder auf der oberen Seite, wie zu Anzin, oder auf der unteren Seite der Kranzstücke, wie zu Mons, angebracht sind. Nach dem Versetzen der Kränze wird der Zwischenraum zwischen ihrer äusseren Seite und dem Schachtstoss mit Beton ausgefüllt, welcher aus gleichen Theilen zerfallenen Kalk oder Rückständen vom Kalkbrennen und Kohlenzindern oder Ziegelmehl besteht, auch nimmt man wohl gleiche Theile aller drei Substanzen, wie zu Anzin, die Masse wird über Tage kurz vor dem Gebrauch eingemengt, gehörig durchgeschlagen und angefeuchtet; man bleibt mit dem Ausgiessen etwa 0,5 Meter gegen die Aufsatzjöcher zurück, damit nichts in den Schacht überfliesst.

6. Wenn der Ausbau einer tieferen Etage erfolgt, so nimmt man beim Annähern derselben an die obere die dieselbe unterstützende Gesteinbrust allmälig fort und arbeitet das letzte schliessende Joch genau nach dem Maass, damit kein Zwischenraum zwischen beiden Etagen entsteht, den man ausserdem noch durch horizontale Picotirung verdichtet; um das letzte Stück des obersten Joches, den Schlüssel, einsetzen zu können, giebt man demselben zwei angeschraubte eiserne Handgriffe.

7. Nach der vollständigen Einbringung aller Jöcher erfolgt das Kalfatern der Fugen mit getheerten Hanffäden, alten Seilen u. dgl. m.; man führt dies meist von Oben nach Unten aus, sind aber die Fugen ungleich weit, so beginnt man mit den engsten; oft wiederholt man das Kalfatern nochmals von Unten nach Oben und überall da, wo Wasser noch hervordringt; wird die Kalfaterung herausgedrängt, so nagelt man dünne Latten über die Fuge.

Im nördlichen Frankreich verbindet man oft die Picotagejöcher der

verschiedenen Etagen durch Anker so lange, bis man festere Schichten erreicht, wo man dann wohl mehre Picotagekränze über einander legt, worauf man dann die Anker beseitigt; überhaupt muss die unterste Etage stets auf besonders guten Fuss gesetzt werden, so dass man dort einen Picotagekranz auf zwei Tagekränze setzt, darüber noch einen Tagekranz und einen Picotagekranz anbringt. Aehnlich erfolgte die Ausführung der Cuvelage auf den Gruben im Rive de Gier im mittleren Frankreich[185]).

Im nördlichen Frankreich zu Vicoigne hat man die Cuvelirung durch eine Eisenarmatur verstärkt, indem man für jedes Joch einen schmiedeeisernen Reifen anbrachte. Auf dem Maxschacht zu Carling im Moseldepartement hat man die in Folge starken Wasserdrucks gebrochenen Jöcher durch gusseiserne Segmente, welche sich äusserlich an die Poligonseiten der Zimmerung anschlossen und innerlich kreisrund waren, armirt[186]). Auf den Gruben bei Mons hat man früher durch horizontale und verticale Durchbohrung der Keilkränze die einzelnen Cuvelagestücke mit einander verbunden, um eine Circulation der Wasser und Entweichen der Luft zu ermöglichen (renvoi des niveaux), was indess jetzt kaum noch üblich, auch nicht nöthig ist. Zwischen den verticalen Durchbohrungen wird durch die ganze Höhe der Etage eine quadratische Lutte oder eine Röhre nachgeführt und mit Hähnen oder Ventilen versehen, um bei etwaigen Auswechselungen die Abtheilungen von einander zu isoliren.

Zur Anbringung der Schachtscheider innerhalb der Cuvelirung werden im nördlichen Frankreich Träger an die Jöcher geschraubt und auf diese Einstriche gelegt, welche alsdann mit Brettern bekleidet werden, dieselben lässt man, wenn Wasserdichtigkeit verlangt wird, über einander greifen und benagelt alle Fugen mit dünnen Latten, kalfatert ausserdem überall, wo Luft durchdringt. Bei Mons schraubt man von 6 zu 6 Meter die Einstriche direct an die Jöcher und nagelt die Bretter daran.

Als Abteufungspumpe benutzt man zunächst auf der Hängebank aufgehängte Saugsätze. Wenn hierfür die Höhe zu gross wird, so theilt man dieselbe und verlagert die oberen Sätze, indem man einzelne Cuvelagejöcher verkeilt, auf diese Querlager ruhen lässt und diese auch wohl von einem tieferen, ebenfalls auf verkeiltem Kranz ruhenden Lager aus durch Streben unterstützt, die oberen verkeilten Jöcher werden durch dagegen gelegte verticale Hölzer noch mehr in Verbindung gebracht.

Bei der in der Gegend von Lüttich[187]) angewendeten Cuvelage, wo das Steinkohlengebirge mit wenigen Ausnahmen fast zu Tage ausgeht, ist der Zweck, die Wasser oberer alter Baue durch partielle Cuvelirung abzuschneiden, die sich daher oben dicht an das Gestein über dem alten Bau

[185]) Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. t. 15. p. 293.

[186]) Der Bau auf Steinkohlenflötzen im franz. Moseldep. in Hartmann's Allgemeine Berg- u. Hütten-Zeitung. Quedlinburg 1863. S. 102; siehe auch Anm. 183.

[187]) Ponson, a. a. O. t. I. pag. 411.

anschliessen müssen. Die Schächte haben hier rechteckigen Querschnitt. Die Jochhölzer, hier ausschliesslich aus Buchenholz, sind in den Ecken gegenseitig eingefalzt, und ihre Kanten werden vorn abgerundet, so dass sich daselbst eine spitzwinkelige Fuge von 26 Millimeter Tiefe bildet; zwischen je zwei Umgängen wird eine Moosschicht eingelegt. Sobald man mit dieser Verkleidung das obere Gestein erreicht hat, wird der letzte Rahmen durch horizontale Bohlen (lambourdes) ersetzt, der Raum zwischen diesen und dem Gestein dicht mit Moos ausgefüllt, worauf eine horizontale Verkeilung mit Keilen aus Weiden- oder Buchenholz (Picotirung) erfolgt, wie sie vorher vertical beschrieben ist. Demnächst erfolgt die Verdichtung aller horizontalen und verticalen Fugen durch eingetriebenes Moos, dessen Herausdrängen dadurch verhindert wird, dass man die Fugen mit Blechen bedeckt, welche mit Ohren versehen sind, die rechtwinkelig umgebogen und in die Hölzer über und unter der Fuge eingeschlagen werden.

Auf der Steinkohlengrube Guley bei Aachen[188]) hat man einen rechteckigen Schacht mit Cuvelagezimmerung verdichtet, welche gegen die beschriebene nur insofern abweicht, als die horizontalen Fugen zwischen den einzelnen Jöchern einer besonderen Verdichtung unterworfen wurden. Die Jöcher stossen in den Ecken stumpf zusammen. Die Horizontalfugen wurden mit in einander greifenden trocknen Buchenkeilen picotirt, doch gelang der Wasserabschluss nicht vollständig, weil schon vorher ein Schachtscheider eingebaut war und an den Stellen, wo die Einstriche die Fugen bedeckten, eine Verdichtung in der angedeuteten Weise nicht eintreten konnte; um diese zu erreichen, bohrte man zu beiden Seiten des Einstriches schräge Löcher, welche hinten innerhalb der Fuge zusammenkommen und welche man mit Pflöcken aus Weidenholz, umwickelt mit Moos, verstopfte, wodurch der Abschluss vollkommen erreicht wurde.

Auf mehreren Schächten in der Nähe von Eisleben wurde eine theilweise Verdichtung, die nicht bis zu Tage reichte, ausgeführt[189]); so auf dem Erdmannschacht 18,413 Meter, auf dem Wassermannschacht 10,671 Meter, auf dem Dampfmaschinenschacht 6,905 Meter hoch. Der Dampfmaschinenschacht ist im Lichten 3,766 Meter lang, 1,833 Meter breit und wurde auf 5,179 und beziehungsweise 3,139 Meter an der Stelle, wo er wasserdicht verkleidet ist, zugeführt. Das Hauptgeviere besteht aus 314 Millimeter vollkantigem, abgehobeltem Eichenholz, in den Ecken sind die Hölzer verblattet und ausserdem greifen die kurzen Hölzer noch mit 52 Millimeter breitem Versatz in die langen ein; in der Mitte sind zwei Einstriche, 314 Millimeter hoch, 209 Millimeter breit, eingesetzt. Auf der

[188]) v. Dechen, Bemerkungen über wasserdichten Schachtausbau in Karsten's u. v. Dechen's Archiv. 1840. Bd. 14. S. 40. — Ponson, t. I. pag. 409.

[189]) Bolze, Beschreibung der im Schafbreiter Revier bei Eisleben ausgeführten wasserdichten Zimmerungen und Verdämmungen. Ebenda S. 3. — Ponson, t. I. pag. 413.

oberen Fläche des Joches sind zwei Nuten, die eine 78 Millimeter von der vorderen, die andere 78 Millimeter von der hinteren Kante entfernt, zum Einlegen von 52 Millimeter hohen, 33 Millimeter breiten Federn angebracht. Hinter das Joch sind 78 Millimeter starke eichene Bohlen aus Eichenholz gelegt, der zwischen dieser und den Schachtstössen freie Raum von 262 bis 314 Millimeter ist mit Moos dicht ausgefüllt; durch verlorene Keile zwischen Joch und Bohle wurde die Bohle so weit angetrieben, dass die Moosschicht auf 39 bis 52 Millimeter zusammengedrückt wird. Demnächst wurden zwischen Bohle und Joch unter allmäliger Beseitigung der verlorenen Keile Picotageklötze aus zähem Pappelholz eingesetzt; diese sind einzeln rings an ihrem Umfange durch 2 bis 3 Reihen spitzwinkeliger 209 bis 262 Millimeter langer Keile, erst aus Kiefernholz, dann aus Eichenholz verkeilt, wobei man mit den langen Seiten begann und die kurzen folgen liess. Schliesslich wurde ringsherum eine Reihe eiserner Keile eingetrieben, bis die Moosschicht auf 16 Millimeter und zu einer steinharten Masse zusammengepresst war. Demnächst wurden die Aufsatzjöcher eingebracht, welche gleichfalls aus Eichenholz bestehen, 209 Millimeter breit, 314 bis 418 Millimeter hoch und in der Mitte mit 52 Millimeter tiefer Nute, an der hinteren Kante mit halber 20 Millimeter breiter Nute zur Aufnahme von Deckleisten versehen sind. Nach Feststellung des Picotagejoches wurde dasselbe mit langen Streifen getheerter Leinwand bedeckt, die kiefernen Federn in die Nuten eingetrieben, auch diese mit Leinwand bedeckt und nun das erste Aufsatzjoch niedergetrieben, an welches zugleich hinten die Deckleiste angenagelt wurde. In gleicher Weise brachte man die übrigen Aufsatzjöcher ein, indem man die Deckleisten am unteren, wie oberen Joch annagelte. Auch die verticalen Ecken der Jöcher wurden noch besonders gedichtet, indem man Deckwinkel von Brettern mit untergelegter getheerter Leinwand aufnagelte. Die Aufsatzjöcher wurden gegen die Schachtstösse von hinten mit 131 Millimeter starken Stempeln aus Eichenholz abgefangen und demnächst stampfte man den 314 bis 471 Millimeter breiten Raum zwischen den Aufsatzjöchern und den Stössen mit mässig angefeuchtetem Thon aus. — Auf Erdmannschacht liess man während des Aufbaues die Wasser durch eingelegte, 105 Millimeter weite eiserne, später mit eingeschlagenen Spunden und vorgeschraubten Deckeln verschlossene Röhren abfliessen. Bei späterer Erhöhung der Zimmerung liess man hier die Federn zwischen je zwei Jöchern fort und legte nur einen Streifen von Flanell dazwischen, während man ausserdem zwei 13 Millimeter starke, 78 Millimeter lange eiserne Dübbel zur Hälfte in jedes Jochstück versenkte. — Im Wassermannschacht theilte man die Picotageklötze in zwei Lagen von 157 Millimeter Höhe, jedoch wurde auch hier das Bauchen und Kanten des Hauptjoches, was man in den beiden anderen Schächten wahrgenommen hatte, nicht vermieden, überhaupt das Ganze nicht dicht. Deshalb legte man später 2 Meter tiefer ein neues Hauptjoch, welches wie gewöhnlich picotirt wurde, die Aufsatzjöcher erhielten nur eine hintere Deckleiste,

zwischen die Fugen wurde Flanell gelegt und der Raum zwischen den Jöchern und Stössen mit Klinkern und Cement bis auf einen Zwischenraum von 26 bis 39 Millimeter unmittelbar am Gestein ausgemauert, welcher sodann mit Cement ausgegossen wurde, in dem man kleine Ziegelsteinbrocken eindrückte; den Anschluss an die frühere Zimmerung bewirkte man, indem man den 131 Millimeter hohen, 262 Millimeter tiefen Raum mit Picotageklötzen aussetzte und gehörig verkeilte.

Diesem Verfahren schliesst sich das Verletten oder Verthonen der Schächte an, welches mit Nutzen bei Soolschächten, wie in Dürrenberg, Kösen zur Anwendung gebracht ist[190]); ebenso im Wormrevier beim Durchteufen wasserreicher loser Massen, die 0,628 bis 15,693 Meter mächtig in der Nähe des Steinkohlengebirges lagern[190]). Man geht mit verlorener Bolzenschrotzimmerung durch den betreffenden Gebirgstheil, führt je nach dem Druck eine einfache oder doppelte ganze Schrotzimmerung im Innern in die Höhe, deren Hölzer, wie in Dürrenberg und Kösen, mit Nute und Feder verdichtet sind, und füllt den Raum hinter der definitiven Zimmerung mit gut durchgearbeiteten Letten. Ein ähnliches Verfahren wandte man in Oberschlesien früher im schwimmenden Gebirge an[191]), neuerdings auch auf der Steinkohlengrube Mariahilf bei Rybnik[192]), wo man mit dem 3,662 und 2,615 Meter im Lichten weiten Kunstschacht bei 10,462 Meter Tiefe eine 5,492 Meter mächtige Schicht Schwimmsand mit 600 Kubikfuss Wasser in der Minute durchteufte; die Fugen der ganzen Schrotzimmerung wurden mit Moos gedichtet und der Raum zwischen den Jöchern und dem Gebirge unter Beseitigung der verlorenen Zimmerung mit Letten ausgeschlagen. Ganz ähnlich verfährt man auf den Eisensteinförderungen im Rosenberger und Kreuzburger Kreise[193]), wo 10 bis 15 Meter oder auch mehr Sand bis zu dem den Eisenstein führenden, grauen, zähen, plastischen, gewöhnlich trockenen Thon zu durchsinken sind; der Sand wird mittelst verlorener Zimmerung durchteuft, der man 0,523 bis 0,628 Meter grössere Weite giebt, bis man 0,5 bis 1 Meter in den Thon eingedrungen ist; von hier aus legt man ganze Schrotzimmerung und stampft den Raum dahinter unter Wiedergewinnung der verlorenen Zimmerung, aber Stehenlassen der Pfähle, mit gehörig plastischem Thon, den man von Ort und Stelle gewinnt, aus; gewöhnlich nimmt man den Thon 262 bis 314 Millimeter, bei stärkerem Druck bis 471 Millimeter stark.

Das Verletten ist ganz angemessen, wenn der Bau im Ganzen nicht längere Dauer hat, als die Zimmerung, obwohl man hier durch Bewässern derselben nachhelfen und ihr eine grössere Haltbarkeit geben kann. Auch für Soolschächte dürfte sich das Verfahren empfehlen, weil wegen des zeit-

[190]) v. Dechen a. a. O. S. 54. 95.

[191]) Thürnagel in Karsten Archiv. 1821. Bd. 4. S. 214.

[192]) Jahrb. d. schles. Vereins f. Berg- u. Hüttenwesen. 1859. S. 106.

[193]) In demselben Jahrbuche 1859. S. 146.

weiligen Auftretens der Soole guter Mörtel nicht herzustellen ist. In anderen Fällen, namentlich bei Tiefbauschächten möchte die Ausmauerung den Vorzug verdienen.

Auch in England[194]) wandte man in früherer Zeit wasserdichte Zimmerung in den runden Schächten an; noch im Anfang dieses Jahrhunderts und bis 1830 hatte man das sogen. plank tubbing, welches später durch solid wood tubbing verdrängt wurde, bis auch dieses dem Ausbau mit Gusseisen weichen musste.

Plank tubbing. Auf die geebnete Gesteinfläche legte man eine 13 Millimeter hohe Lage von Hanf, Flanell oder dünnen Brettern aus Nadelholz mit nach Innen gerichteter Faser; darauf brachte man einen Keilkranz (wedging crib) von 203 bis 229 Millimeter starkem Quadratholz, indem man zwischen die Fugen der einzelnen Segmente Brettchen von 9 bis 11 Millimeter Dicke, mit radial gestellten Fasern einlegte, auch den Raum zwischen dem Kranz und dem Gebirge füllte man mit Brettchen von Tannenholz aus, welche behobelt waren, rechtwinkelig zum Radius und mit verticalen Fasern gestellt wurden. Dieser Keilkranz wurde picotirt und zwar stets gleichzeitig an zwei gegenüberliegenden Segmenten. In einiger Höhe über dem Keilkranz brachte man einen Hilfskranz (spiking crib) an, welcher schmaler als der wedging crib ist. Auf den unteren Kranz setzte man Bretter in verticaler Richtung auf, welche bis in die Mitte der Höhe des spiking crib reichen, dieselben sind 3 bis 4 Meter lang, 152 Millimeter breit, 51 bis 76 Millimeter dick und werden fassartig zusammengesetzt, so dass sie also in der Mitte breiter sind, als an den Enden, mit Ausnahme der letzten schliessenden Daube, welche parallele Ränder erhält und zwischen die entsprechend bearbeiteten anstossenden Dauben von Innen nach Aussen eingetrieben wird. Am spiking crib werden die Dauben mit eisernen oder beim Vorhandensein saurer Wasser mit hölzernen Nägeln befestigt. Alsdann legt man in weiterer Höhe einen neuen wedging crib und kleidet den Zwischenraum zwischen diesem und dem unteren spiking crib wiederum mit Brettern aus u. s. f. Demnächst verkeilt man alle Fugen der Kränze und ihrer Berührung mit den Brettern, nicht aber die Fugen der letzteren, die man auch nicht kalfatert, sondern beim Aufsteigen der Wasser durch das Aufquellen sich schliessen lässt. Erst dann bringt man im Innern die eigentlich stützende Zimmerung (main cribs) ein, deren Entfernung und Stärke sich nach dem vorhandenen Druck richtet und deren erste auf dem unteren Keilkranz ruht. Nach Oben schliesst man bei partieller Verdichtung (absatzweisem Ausbau) durch Picotiren an das Gebirge an, oder wenn das Niveau der Wasser erreicht ist, belastet man wohl die ganze Zimmerung durch Mauerung. Zuletzt verstopft man die Löcher im unteren Keilkranz, durch welche bis zur Vollendung die Wasser abfliessen. Solche Zimmerungen haben stellenweise

[194]) Ponson, t. I. pag. 416.

auf den Quadratcentimeter 7 Kilogramm Druck, etwa 7 Atmosphären, auszuhalten.

2. Die zweite Art (curb or solid tubbing) ähnelt dem belgischen und französischen Verfahren. Der untere Kranz wird picotirt; die darauf folgenden Kränze, welche dicht über einander gelegt werden, wechseln verbandartig mit den verticalen Fugen. Zwischen die horizontalen, wie verticalen Fugen legt man dünne Brettchen; auch der Raum hinter den Kränzen wird mit Holzklötzen, wie sie vom Zurichten der Zimmerung gewonnen werden, oder auch mit klarer Kohle gefüllt, um das Ausweichen der Brettchen in den Fugen beim späteren Verkeilen zu verhüten. Sobald oben angeschlossen oder sonst belastet ist, picotirt man alle horizontalen und verticalen Fugen und schliesst dann die eingebrachten Wasserabflussrohre im unteren Keilkranz. Nach Dunn soll 152 bis 203 Millimeter starkes Eichen- oder Ulmenholz einen Wasserdruck von etwa 3 Atmosphären auf den Quadratcentimeter tragen, wobei aber zu berücksichtigen ist, dass die englischen Schächte gewöhnlich einen geringen Durchmesser von kaum über 3, höchstens 3,6 Meter haben.

II. Wasserdichte Mauerung.

Die wasserdichte Mauerung wird überwiegend so angewendet, dass man vom wassertragenden Gebirge in die Höhe ausmauert, also die ganze Tiefe des abzudämmenden Gebirges zuvor in grossen Dimensionen und mit verlorner Zimmerung durchsinkt; dem stückweisen Ausmauern steht der Umstand entgegen, dass sich zwei Mauerkörper nicht dicht an einander schliessen lassen, so dass, wie auch versucht worden ist, Zwischenstücke eingelegt werden müssen, wozu man Holz, selbst Holz und Eisen, in Belgien behauene Steine gewählt hat. Die Fälle, wo sonst stückweise Mauerung gelungen ist, verdanken dies weniger der Methode, als den günstigen Verhältnissen in mässigen Wasserquantitäten, geringem Druck und vielleicht in dem Vorhandensein vollständig wassertragender Schichten an den Fundamentstellen der Mauerstücke, wodurch bei sorgfältiger Ausfüllung des Raumes ein dichter Abschluss möglich wird. Soll aber das Gelingen unter allen Umständen gesichert sein, so muss man von Unten herauf mauern, wodurch die Mauerung im Nachtheil steht gegen den wasserdichten Ausbau in Holz und Gusseisen; sie hat ferner den Nachtheil, dass, wenn sie nicht gelingt, sie sich nicht mehr verbessern lässt, da ein Verkeilen der Fugen unmöglich ist, dagegen gewährt sie, gut ausgeführt, den Vorzug unerschütterlicher Dauer.

a. Aufmauern von Unten.

Im grössten Maassstabe ist dieser wasserdichte Ausbau auf den Steinkohlengruben in Westfalen beim Durchsinken des Kreidegebirges in

Mächtigkeiten, welche noch über 150 Meter steigen, eigenthümlich ausgebildet und in kleinerem Maassstabe anderwärts vielfach nachgeahmt. Die Regel des Aufmauerns von Unten ist bei ansehnlicher Tiefe wohl so modificirt, dass man allenfalls in zwei Absätzen mauert, aber die tiefere Mauer mit einem Theil ihrer Stärke als Futtermauer über die obere hinwegführt und so die Fuge verdeckt, wie man auch ähnlich verfährt, wenn in oberster Höhe Senkmauer angewendet ist. Ueber diese Verhältnisse muss man vorher der Schachtdimensionen wegen im Klaren sein, denn es ist schwierig und kostspielig, von einer oberen Mauer so viel Stärke wegzunehmen, wie die Futtermauer erfordert, so dass man in den oberen Tiefen den Schacht gleich so weit nehmen muss, um ohne Verengung der beabsichtigten Dimensionen die Futtermauer einbringen zu können.

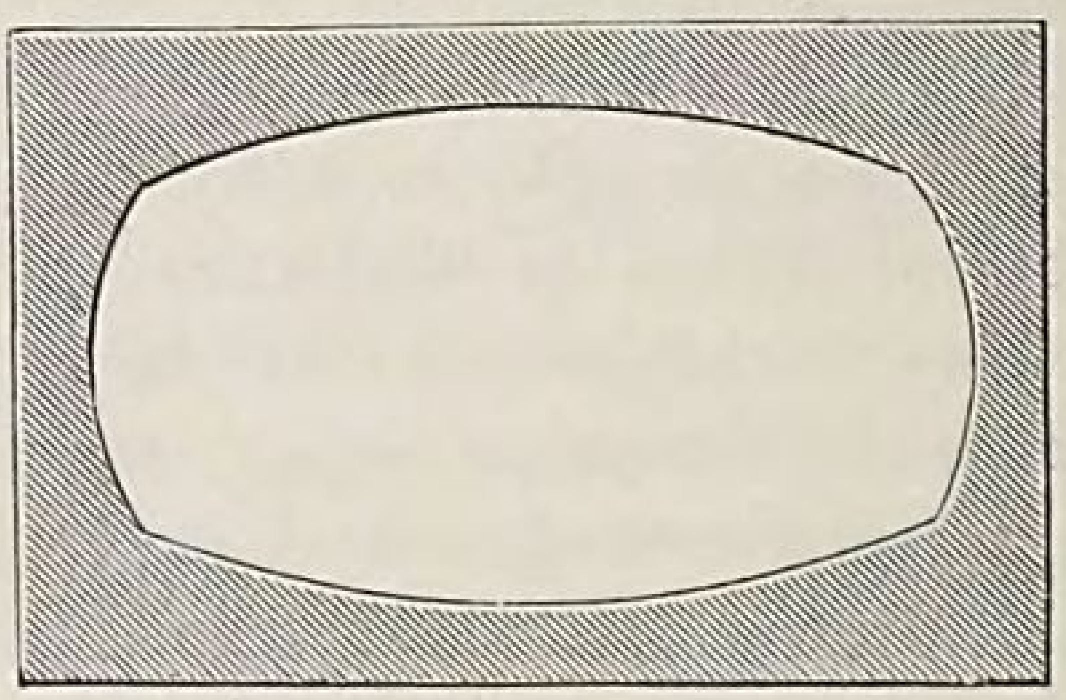
Als Mauermaterial dienen in Westfalen stets Ziegelsteine, ebenso meist anderwärts, selten Bruchsteine. Ferner benutzt man in Westfalen überwiegend Trassmörtel, in anderen Gegenden richtet man sich hierbei nach der gegebenen Localität und dem Preise. Zu beachten ist hierbei, dass jeder Ziegelstein Wasser durchlässt, dass also der Mörtel die Wasserdichtigkeit geben muss; daher hat man denselben reichlich zu verwenden und volle Fugen von 13 Millimeter zu mauern. Eigentlich also besteht die wasserdichte Mauer aus zwei Bestandtheilen: den Ziegeln, welche die Masse und den Widerstand gegen den Druck bilden, und dem Mörtel, welcher gewissermassen den Druck erst zum Entstehen bringt, indem er dem Wasser den Durchgang versperrt. An sich erhärtet übrigens guter hydraulischer Mörtel oft viel fester, als die guten Ziegel fest sind, was man beim Wegbrechen wasserdichter Mauern erfahren hat, wo durch Sprengarbeit das Reissen des Mauerwerks nicht in den Fugen, sondern in den Steinen erfolgte. Die erforderlichen Eigenschaften der Steine und des Mörtels sind bereits oben S. 699 ff. besprochen.

Form des Schachtes. Für grosse Druckhöhen ist nur die runde Schachtform zu empfehlen. In Westfalen ist dieselbe allerdings nicht beliebt, weil man sich von der umlaufenden Begränzung der Schachttrümer durch Hölzer noch nicht lossagen kann und am liebsten die unterhalb der Mauer gewählten Schachtdimensionen auch innerhalb derselben annimmt, wodurch der runde Schacht einen zu grossen Querschnitt erhält; jedoch fängt man neuerdings auch in Westfalen an, sich der Vortheile der runden Schachtform zu bedienen.

Bei geringerem Druck sind vier krummstirnige, gewölbeartig an einander widerlagernde Mauern zulässig und im Gebrauch, wo dann aber immer ausserhalb, dem Gesteine zugekehrt, die Mauern gerade Begränzung erhalten müssen und nur allenfalls mässige Abstumpfung der Ecken zum Achteck gestattet ist; verwerflich aber sind Mauern, die in den Ecken nur dieselbe Stärke haben, wie in der Krümmung, weil hier die Spannung der Mauer geringer ist, als in der Mitte, dem Drucke also weniger Widerstand entgegengesetzt wird, wenn man die Ecken nicht durch geradlinige Fort-

führung der Mauer verstärkt, wie Fig. 401 zeigt. Aus ähnlichen Gründen ist die quadratische Form der rechteckigen vorzuziehen, wenn nicht etwa die Druckhöhe sehr gering ist; beim Rechteck kann man einigermassen die grössere Druckkraft in den langen Stössen durch grössere Spannung der Bogen compensiren. Dieselbe darf überhaupt nicht zu gering sein, weil in dem Maasse, wie sie abnimmt, die Mauerstärke zunehmen muss, auch darf sie andererseits nicht zu gross sein, weil sonst der Zweck der Schachtform — im Vergleich zum runden Schacht — verloren

Fig. 401.



geht und ungünstige Verhältnisse für das Widerlagern entstehen; praktisch hat man eine Spannung von 80 bis 125 Millimeter auf 1 Meter Sehne angenommen d. i. $^1/_{12}$ bis $^1/_8$ Krümmung, selten weniger. — Die elliptische Form ist für Schachtmauern zu missbilligen, kommt auch in Westfalen nicht vor.

Der Mauerfuss, mit welchem die Mauer auf das Gestein aufsetzt, hat verschiedene Formen, die sich in Westfalen nach und nach herausgebildet haben; die doppelt konische Form ist die beste, indem dadurch die Gesteinsbrust am meisten entlastet wird. Um festen Fuss zu fassen, muss man das Gebirge gehörig untersuchen, weil es für das Gelingen der ganzen Arbeit wichtig ist, die Mauer auf festes und wassertragendes Gestein zu setzen; deshalb muss man auch die Brust mittelst Schlägel und Eisen bearbeiten, da durch Schiessarbeit das Gestein Risse bekommen würde; auch das weitere Abteufen unter dem Mauerfuss muss zunächst aus demselben Grunde mittelst Schlägel und Eisen erfolgen. Zur grösseren Sicherheit bringt man unter den Mauerfuss ganze Schrotzimmerung an.

Tragebogen als Unterstützung der Mauer sind in Westfalen nicht beliebt, weil sie das gleichmässige Setzen der Mauer verhindern, doch sind sie bei schlechtem Gebirge auch in Westfalen einige Male angewendet; anderwärts ist dies vielfach und ohne Nachtheil geschehen. Auf dem Johannaschacht der Galmeigrube Elisabeth bei Bobrek in Oberschlesien[195]) hat man in 52,570 Meter Tiefe auf festen Kalkstein 4 von einaneinder ganz unabhängige Tragebogen von 3,139 Meter Spannweite, 0,942 Meter Breite, 0,942 Meter Gewölbehöhe und 0,549 Meter Pfeilhöhe eingebaut;

[195]) Jahrbuch des schles. Vereins f. B.- u. Hüttenwesen. 1860. S. 156.

darauf wurde die Schachtmauer von Ecke zu Ecke im Lichten 2,825 Meter weit, aus vier Bogen von 6,277 Meter Radius gesetzt, deren Stärke zwei Ziegel betrug. Zu den Tragebogen, wie zur Mauer wurden Klinker, zu den Tragebogen Portland-, zu den Mauern Romancement verwendet. — Aehnlich verfuhr man auf der Schachtanlage zu Nothberg bei Eschweiler[196]. In einer Tiefe von 50 Meter brachte man die Tragebogen für die kurzen Stösse an mit 5,963 Meter Sehne, 0,994 Meter verticaler Spannung, 1,491 Meter Mauerhöhe und 0,994 Meter Mauerstärke; hierauf setzte man die Tragebogen für die langen Stösse, welche nur 4,080 Meter Sehne, 0,419 Meter verticale Spannung, 1,255 Meter Mauerhöhe, 0,994 Meter Mauerstärke hatten. Im Lichten hat der Schacht 4,080 Meter Länge, 3,348 Meter Breite; die Mauer ist von 4 Segmenten mit 0,314 Meter Spannung und 0,994 Meter Stärke gebildet. — Aehnliche Spannungen von 160 Millimeter auf 1 Meter Sehne haben die Tragebogen für einen oberen Mauertheil im Steinsalzschacht zu Erfurt[197]) erhalten, wo rund bis zur Senkmauer in die Höhe zu gehen war. An den langen Stössen hatte man 2 Bogen mit 0,497 Meter horizontaler Spannung bei 4,551 Meter Sehne, und 1,046 Meter verticaler Spannung bei 6,591 Meter Sehne, der Radius betrug 5,336 Meter, der Bogen war 2 Steine hoch, unabhängig darüber waren die kurzen Bogen mit gleichen Spannungen; die Bogen sind durch horizontale Mauer abgeglichen. Der Uebergang in die runde Form ist durch kurze Kappenbogen in den Ecken von 1,883 Meter Sehne und 0,471 Meter Spannhöhe mit horizontaler Krümmung bewirkt, welche dem Schachtdurchmesser von 5,832 Meter entspricht.

Die Stärke der Mauer muss selbstredend nach der Tiefe zunehmen, sie ist ferner abhängig von der Spannung und der Widerstandsfähigkeit des Materials, wobei zunächst die Ziegel in Betracht kommen, da guter hydraulischer Mörtel sie hierin übertrifft; sie darf ferner nie unter $1^1/_2$ Steine betragen, damit keine durchgehende Fuge entsteht, wie auch nur um $^1/_2$ Stein die Stärke nach Oben abnehmen darf. In Westfalen[198]) hatte man früher bei vier krummen Mauern 3,766 bis 4,394 Meter Sehne, $^1/_{12}$ bis $^1/_8$ Spannung für die Mitte der Bogen angenommen:

bei	31,385	Meter	Druckhöhe	nicht	unter	2	Ziegel
„	72,232	„	„	„	„	$2^1/_2$	„
„	94,156	„	„	„	„	3	„
„	115,080	„	„	„	„	$3^1/_2$	„
„	125,540	„	„	„	„	4	„

Die Stärke kann indess der Rechnung unterworfen werden, eine brauchbare Formel hierzu wird die Tiefe und den Durchmesser in Meter, die

196) Der Berggeist. Köln 1863. S. 1.

197) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 6B. S. 188.

198) Huyssen in Karsten u. v. Dechen Archiv. 1853. Bd. 25. S. 57.

Mauerstärke in Centimeter, den Modul der Festigkeit auf den Quadratcentimeter enthalten müssen. Hierbei ist von dem runden Schachte auszugehen, während vier Mauern nach Verhältniss ihres Radius zu beurtheilen sind und zwar für die Stärke in der Mitte, indem sich die in den Ecken dann von selbst ergiebt. Für die runde Form hat man zunächst ähnliche Betrachtungen, wie bei von Aussen gedrückten Rauchröhren der Dampfkessel[199]. Betrachte man einen Ring der runden Mauer von geringer Höhe = 1 Meter, in der Tiefe = h Meter, mit dem Radius = R Meter, zur Stärke = x Centimeter, zum Modul = k auf den Quadratcentimeter; man denke sich ferner die Kreislinie als Polygon von vielen Seiten, jede Polygonseite zum Centriwinkel 2α; nennt man den Druck auf die Polygonseite p, so ist der Druck auf alle Polygonseiten radial gerichtet, man kann ihn in den Ecken des Polygons angreifen lassen und er erhält dann durch Zerlegung für die innerhalb der Mauer zerdrückend wirkende Kraft

$$1)\quad q = \frac{p}{2 \sin \alpha}$$

oder bei unendlich vielen Polygonseiten

$$q = \frac{p}{2 \operatorname{arc} \alpha}$$

es ist aber

$$2)\quad p = 2R \,.\, \sin \alpha \,.\, 1 h \gamma$$

wo γ das Gewicht eines Kubikmeter Wasser = 1000 Kilogramm bezeichnet, oder bei unendlich vielen Seiten

$$p = 2R \,.\, 1 h \gamma \,.\, \operatorname{arc} \alpha$$

also ist

$$3)\quad q = \frac{2R \,.\, 1 h \gamma \,.\, \sin \alpha}{2 \sin \alpha} = R \,.\, 1 h \gamma$$

Diese Formel lässt sich auch erhalten, wenn man die beiden Hälften des Ringes gegen einander widerlagernd und dies im ganzen Umkreise wiederholt denkt. Streng genommen gilt die Formel allerdings nur, wenn die Dicke nicht gross ist, also bei Gusseisen, man kann aber hiervon für die Praxis absehen. Diesem so ermittelten Drucke stellt die Mauer auf den Quadratcentimeter Querschnitt einen Widerstand von 100 1xk entgegen, es ist also

$$4)\quad 100 \, 1xk = R 1 h \gamma$$
$$100 \, xk = R h \gamma$$

da aber $R = r + \frac{x}{100}$ ist, so hat man ferner

$$5)\quad 100 \, xk = \left(r + \frac{x}{100}\right) h \gamma$$

oder

[199]) Weisbach, Lehrbuch der Ingenieur- u. Maschinenmechanik. Braunschweig 1857. Bd. 2. S. 854.

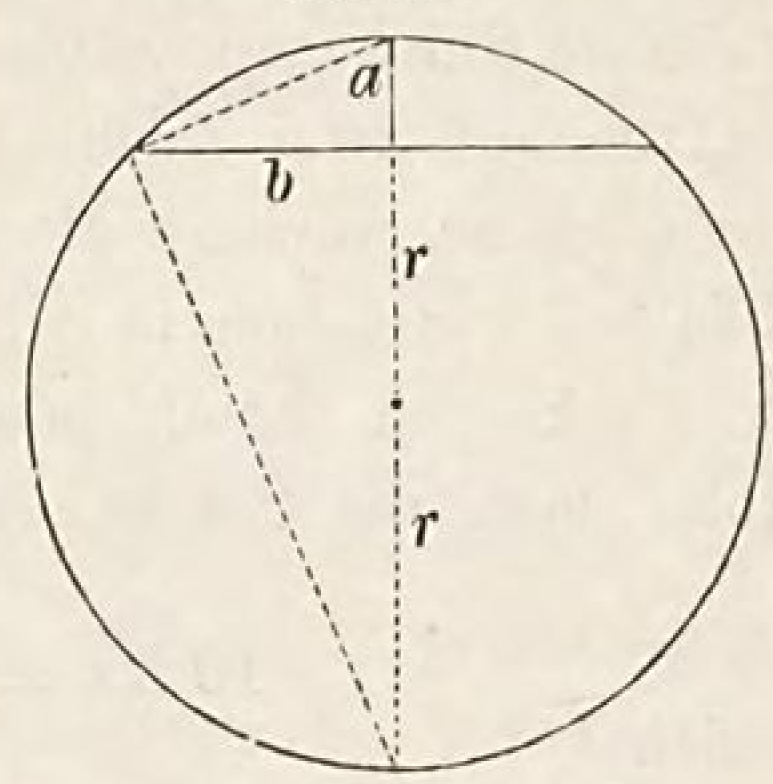
$$6)\quad x \text{ in Centimeter} = \frac{r h \gamma}{100 k - \frac{h \gamma}{100}}$$

$$= \frac{100\, r h}{10 k - h}$$

Die rückwirkende Festigkeit der Ziegel wird sehr verschieden angegeben: nach Eytelwein 240 bis 1152 Pfund (altes) oder 112,25 bis 538,79 Kilogramm, nach Weisbach 580 bis 2200 Pfund (altes) oder 271,25 bis 1028,94 Kilogramm auf den Quadratzoll, das ist auf das Quadratcentimeter nach Eytelwein 16,41 bis 78,77, nach Weisbach 39,66 bis 150,58 Kilogramm. Bei den Berechnungen wird zehnfache Sicherheit gefordert, wiewohl sie bei ausgeführten Mauerungen viel geringer ist, so nach Trasenster[200]) 60 bis 70 Kilogramm auf den Quadratcentimeter oder höchstens dreifache Sicherheit, obwohl Trasenster allerdings nur 15 Kilogramm für Ziegel, 95 Kilogramm für Bruchsteine nöthig hält.

Der Druck, den eine zu $^1/_{12}$ gespannte Mauer bei 4 Meter Sehne und 100 Meter Tiefe wirklich trägt, berechnet sich nach der Fig. 402 wie folgt:

Fig. 402.



$$\frac{b}{2} : a = 2r - a : \frac{b}{2}$$

$$\left(\frac{b}{2}\right)^2 = a\,(2r - a)$$

wo $\frac{b}{2} = 2$ und $a = {}^1/_3$ ist, also

$$2^2 = \frac{1}{3}\left(2r - \frac{1}{3}\right)$$

$$2r = \frac{36 + 1}{3}$$

$$r = \frac{37}{6} \text{ Meter} = 6{,}17 \text{ Meter.}$$

Da x hier 3 Steine, also rund 84 Centimeter betragen muss, so ist nach der Formel

$$x = \frac{100\, r h}{10 k - h}$$

$$10\, k = \frac{h}{x}\,(100\, r + x)$$

$$k = \frac{100}{10 \,.\, 84}\left(100 \,.\, \frac{37}{6} + 84\right)$$

$$k = 83{,}41 \text{ Kilogramm}$$

unter denselben Verhältnissen bei 130 Meter Tiefe und 4 Steinen oder 110 Centimeter Stärke ist

$$k = 85{,}88 \text{ Kilogramm.}$$

200) Trasenster: des cuvelages en pierres en taille in Revue universelle des mines etc. t. I. p. 389.

Im Allgemeinen scheinen diese Belastungen allerdings hoch, man wird indess 60 bis 75 Kilogramm und damit zwei- bis dreifache Sicherheit nehmen können für vier Mauern, um diese nicht zu dick machen zu müssen; bei runder Form wird man lieber bis zu vier- und fünffacher Sicherheit gehen können.

Die Formel lässt übrigens auch ersehen, wie unzweckmässig bei ansehnlicher Sehnenlänge und bedeutender Druckhöhe vier Mauern sind, denn für h = 130 Meter quadratischer Form von 5 Meter lichter Seite und k = 60 Kilogramm hat man

für Spannung = $^1/_{12}$,	r = 7,7 Meter,	x = 213 Centimeter
„ „ = $^1/_8$,	r = 5,2 „	x = 144 „
„ den runden Schacht	r = 3,5 „	x = 97 „

allerdings erhält der runde Schacht alsdann bedeutend mehr Querschnitt, wie man ihn niemals anlegen wird; nähme man aber nur 5 Meter Durchmesser, was ebenfalls noch unpraktisch ist, so kann man, wenn man von der Forderung rechteckig umgränzter Trüme abgeht, sicherlich dieselben Zwecke des Schachtes erreichen, und hat nur nöthig, x = 70 Centimeter oder $2^1/_2$ Steine stark zu nehmen, obwohl es zu höherer Sicherheit besser ist, eine grössere Stärke zu wählen. Vertheilt man die gesammten Zwecke eines Schachtes auf zwei Zwillingsschächte, so kann man engere Dimensionen, also auch schwächere Mauern wählen, wodurch sich das Abteufen zweier Schächte, wie schon in vielen anderen Hinsichten, empfiehlt.

Durch Umkehren kann man im gegebenen Falle bestimmen, in welcher Höhe man die Stärke der Mauer um $^1/_2$ Ziegel verringern kann, denn aus

$$10\,kx = h\,(100\,r + x)$$

berechnet sich

$$h = \frac{10\,kx}{100\,r + x}$$

hieraus findet man, dass bei $^1/_8$ Spannung und 5,2 Meter Halbmesser die 144 Centimeter betragende Stärke ermässigt werden kann auf

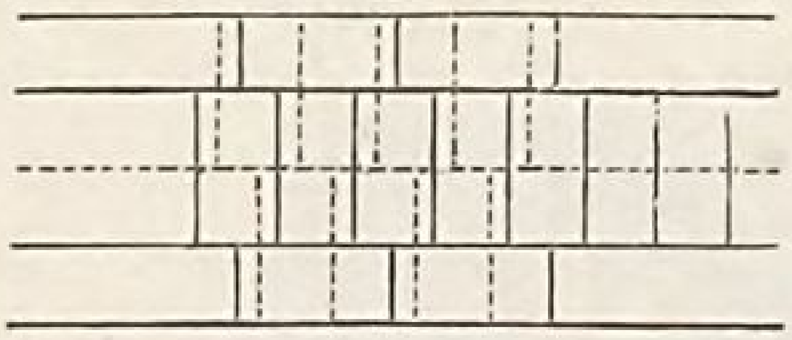
120 Centimeter	bei 112	Meter Tiefe
100 „	„ 97	„ „

Ausführung der Mauer. Auf den westfälischen Gruben läuft das Gemäuer mit horizontalen Fugen ringsum; bei vier Mauern geht man mit den Ecken voraus und mauert terrassenförmig auf. Der Verband wird durch Wechsel von Läufer- und Streckerschichten hergestellt, wobei man im Allgemeinen beobachtet, dass jeder Stein mindestens auf drei anderen ruht, wie Fig. 403 im Grundriss zeigt. Dies gilt indess zunächst nur für schwache Mauern; bei starken, sowie für die Ecken bei vier Mauern, entsteht die Frage, ob die Mauer als ein Ganzes oder in zwei oder mehr Theilen auszuführen ist, welche gleichsam in einander stecken und mit concentrischer Mörtelfuge verbunden sind. Das letztere darf bei sehr starken Mauern und für die Ecken wohl als das bessere bezeichnet wer-

den, weil das gleichmässigere Setzen, namentlich beim äusseren Anschluss an das Gestein, befördert wird.

Beim Verlegen der Steine hat man sowohl diese selbst, wie das Gestein zu reinigen und abzuspülen, um allen störenden, anhaftenden Schmutz zu beseitigen; die Steine müssen sich vorher voll Wasser saugen, damit

Fig. 403.



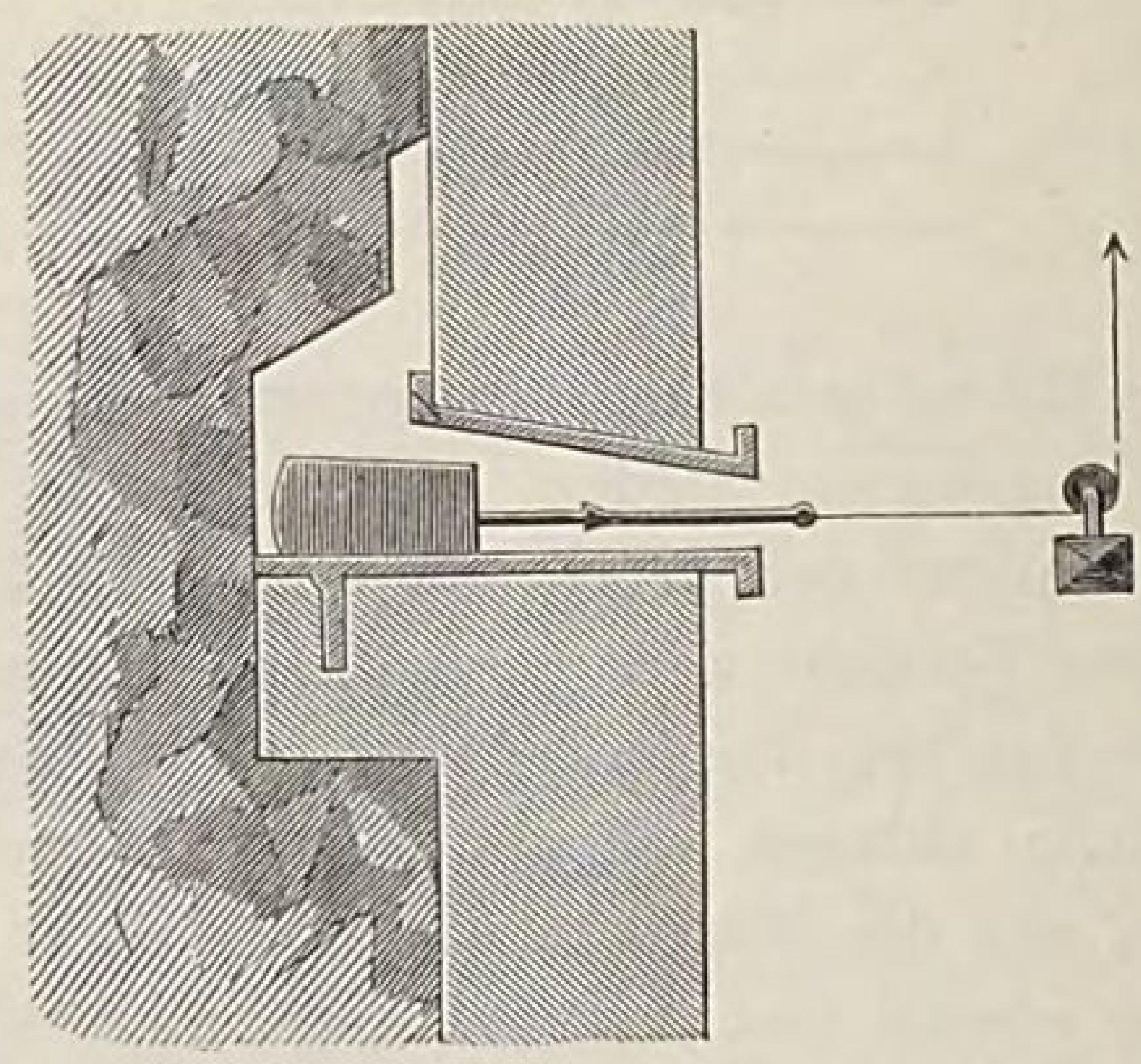
sie solches nicht dem Mörtel entziehen. Spritzwasser müssen durch Traufenbühnen und Kanäle abgehalten werden, weil sonst der Mörtel ausgespült wird. Bei Unterbrechungen der Arbeit muss man die Mauer mit Brettern bedecken, zu grösserer Vorsicht aber beim Wiederbeginn die oberen Lagen abbrechen, die letzte Schicht durch Behauen mit Spitzeisen rauh machen, mit Wasser von Neuem sättigen und mit frischer Mörtellage bedecken.

In dem Maasse, wie die Mauer in die Höhe rückt, gewinnt man die verlorene Zimmerung wieder und bringt die spätere definitive ein, wie dies bei der gewöhnlichen Mauerung bereits besprochen ist; das Einmauern der Zimmerung ist nicht zu empfehlen, weil dadurch ein gleichmässiges Setzen der Mauer verhindert wird; am besten ist es, Bühnlöcher auszuparen, in welche man die Hölzer einlegt. Oft sind nur die Einstriche erforderlich, die man auch wohl auf ausgemauerte Consolen aus Ziegel- oder Bruchsteinen legt. In England legt man bei runder Ausmauerung 131 bis 157 Millimeter breite Holzkränze ein, an welche die Wandruthen für die Schachtscheider befestigt werden.

Wasserrohre, welche der bei den englischen hölzernen tubbing erwähnten Durchbohrung der Tragekränze entsprechen, werden gelegt, um die aus den Stössen zusitzenden Wasser an der Mauer zunächst abzuhalten, namentlich die Quellen, da man darauf genau Bedacht nehmen muss, dass die Wasser an der noch weichen Mauer nicht spülen. Die Rohre sind aus Gusseisen, konisch, hinten abgestuzt, mit Flangen, zuweilen auch mit horizontaler Fussplatte versehen; als Verschluss dient ein konischer Spund aus trockenem Eichenholz, welcher gleich mit eingelegt, aber während der Arbeit noch zurückgehalten wird, indem man eine eiserne Stange in den Spund einschraubt, mit dieser denselben in die Röhre zurückdrängt und in dieser Stellung durch Befestigung der Stange erhält; soll das Rohr geschlossen werden, so zieht man den Spund an die Mündung desselben, schraubt die Stange ab und verschliesst ausserdem durch Vorschrauben eines Deckels mit Liderkranz, Fig. 404. In Westfalen giebt man diesen Röhren eine Wandstärke von 39 bis 43 Millimeter. An den Stellen, wo ein Rohr zu legen ist, haut man ringsherum im Gestein eine horizontale

Rinne, schützt die Mauer durch vorgesetzte Bretter, führt die höher gelegenen Wasser durch in das Gestein gehauene verticale Rinnen dort zusammen, so dass sie aus dem Rohr frei auslaufen können; unter dem horizontalen Kanal giebt man der Mauer, wie aus nachstehender Figur ersichtlich, eine Verstärkung von 471 Millimeter Höhe, 314 Millimeter Breite. Auf diese Weise entstehen einzelne Zuflussgebiete der Wasser, welche da-

Fig. 404.



durch von der Einwirkung auf die Mauer abgehalten werden. Wenn das untere Rohr voll ausgiesst, neue Zuflüsse von demselben also nicht mehr abgeführt werden können, hat man in oberer Höhe ein neues zu legen; besser aber ist es, für jeden erheblichen Zufluss ein besonderes Rohr einzubauen. Ausser den Rohren zum Wasserabfluss noch solche für Ableitung der Luft hinter der Mauer, welche beim Auftreten der Wasser comprimirt wird, anzubringen, ist überflüssig. Man hat Vorkehrungen getroffen, um sämmtliche Rohre von Tage her gleichzeitig zu schliessen, dieselben sind aber nicht zu empfehlen, weil sie leicht versagen, es ausserdem aber bei Weitem besser ist, den Wasserdruck allmälig wirksam werden zu lassen, indem man die Rohre nach und nach schliesst.

Das Erhärten der Mauer erfolgt entweder unter Wasser, indem man dieselben allmälig aufgehen lässt oder nicht. Im ersteren Falle hat man eine Betriebsunterbrechung von 3 bis 5 Monaten und die Nothwendigkeit, die aufgegangenen Wasser nachher sümpfen zu müssen; trotz dieser Uebelstände empfiehlt sich das Verfahren, weil die Mauer alsdann von Aussen und Innen gleichmässig gedrückt wird und allseitig in steter Berührung mit Wasser bleibt. Im zweiten Falle sind die Ausführungen zwar auch gelungen, es ist dies aber nur zulässig, wenn eine genügende Anzahl von Abflussröhren vorhanden ist und erfordert dauernde Wasserhaltung während des Erhärtens, was im ersten Falle fortfällt. Gegen den ersten und für den zweiten Fall wird geltend gemacht, dass die Mauer, wenn sie allseitig umspült wird, im Wasser an Gewicht verliert, daher

nach dem Sümpfen eine grössere Last von Oben wirkt, was für das gleichmässige Setzen nicht vortheilhaft sein und die Gefahr des Reissens der Mauer mit sich führen soll, welches Argument nicht ohne Beachtung zu lassen ist. Im ersten Falle schliesst man die Rohre in dem Maasse, wie das Sümpfen vorschreitet, im anderen von Unten nach Oben.

Der Pumpeneinbau hat manche Schwierigkeiten, denen man schon bei den Abteufungspumpen begegnet, wenn sie nicht hängen, sondern, wie dies in Westfalen allgemein üblich ist, fest verlagert werden. Der Einbau der definitiven Pumpen erfolgte früher stets von dem wassertragenden Gebirge bis zur Hängebank, weil man das Verlagern innerhalb der Mauer fürchtete, was allerdings nicht geschehen darf, wenn die Mauer noch weich ist; hierdurch entstehen sehr hohe Sätze. Deshalb hat man in neuerer Zeit, wie auf der Königsgrube und der Grube Schleswig bei Bochum, auch Lager innerhalb der Mauer angebracht und diese in nischenartige Räume, welche mit entsprechender Verstärkung der Mauer nach Hinten versehen sind, eingelegt; man hat zu dem Zweck gusseiserne Kasten oder auch nur Fussplatten eingemauert, obwohl grosse Decksteine dieselben Dienste leisten würden.

Der Erfolg der Mauerung ist bei sorgfältiger Ausführung ein durchaus vollständiger, indem grosse Wassermengen dadurch abgesperrt werden; im Anfang dringen allerdings noch Schwitzwasser bis zu 3 und 4 Kubikfuss in der Minute hindurch, die sich aber nach und nach fast gänzlich verlieren.

Es ist kaum zu erwähnen, dass während der Ausführung fortdauernd eine peinliche Controle mit Lehre, Wage und Loth ausgeübt werden muss, wenn das Gelingen gesichert werden soll. —

Auf dem Schacht Trou-Martin bei Vieux-Condé unweit Anzin hat man eine Cuvelirung aus Bruchsteinen ausgeführt[201]). In dem runden 3,200 Meter weiten Schachte hatte man 27 Meter hoch das Gebirge wasserdicht abzuschliessen, was durch trockene Mauerung in Kalkstein geschah, von denen je 10 Steine in Höhen von 330 bis 120 Millimeter, nach Oben abnehmend, in jeden Kranz verlegt wurden; die verticalen Fugen wechselten in den Kränzen und wurden durch zwischengelegte Bleibleche gedichtet. Die beiden untersten Kränze bildeten die eigentlichen Picotagekränze: hinter dem Mauerringe wurde dicht an denselben anschliessend ein concentrischer Ring aus weichen Holzklötzen gelegt, dessen Fugen die Richtung der Fugen des Steinkranzes hatten und zwischen dessen äusserem Umfange und dem Gebirge ein Zwischenraum von 60 Millimeter frei blieb; dieser wurde dicht mit Moos ausgestopft, worauf eine Verkeilung zwischen Holz und Steinkranz erfolgte, wodurch die Mooslage auf 10 Millimeter Dicke zusammengepresst wurde, während die sich öffnenden Fugen des

[201]) Dormoy: Ueber wasserdichte Schachtverwahrungen in Stein in berg- u. hüttenm. Ztg. von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1861. S. 386.

Holzkranzes mit Keilen ausgefüllt wurden. Solcher picotirten Kranzpaare wurden in der ganzen Höhe 8 gelegt; ausserdem wurden noch an 5 Stellen Holzkränze eingebracht, um das auf die Picotagekränze lastende Gewicht zu verringern. Die Horizontalebenen aller Kränze bedeckte man mit getheerter Leinwand und kalfaterte die horizontalen Fugen, nachdem man den Raum zwischen den gewöhnlichen Kränzen und dem Gebirge mit Cement ausgegossen hatte. Diese Cuvelirung in Stein ist beträchtlich theurer, als in Holz, und auch theurer, als wasserdichte Mauerung.

b. Absatzweise Mauerung.

Die absatzweise Mauerung ist stets nur bei rundem Querschnitt zur Anwendung gelangt.

1. In England[202]) wird die 3 Ziegel starke Mauer jedes Mal auf hölzerne Tragekränze gesetzt, welche man picotirt; die mittlere Steinlage steht um eine halbe Höhe beim Aufmauern vor, ausserdem steigen die Steine jeder Lage in Schraubenlinien auf, so dass nirgends horizontale Fugen entstehen. Zu diesem Zweck nagelt man auf dem Holzkranz dünne Brettchen in der Weise spiralförmig auf, dass nach einem Umlauf die Brettchen die Dicke eines Steins ausmachen. Der Raum hinter der Mauer wird mit Letten ausgestampft oder in der Gegend von Newcastle mit Beton ausgegossen. Hinter der Mauer wird ein Rohr von Weissblech oder eine Lutte nachgeführt, deren Wandungen vielfach durchbohrt sind, dieselbe steht unten auf einer verticalen Durchbohrung des Tragekranzes, welcher eine horizontale Durchbohrung entspricht; vor der letzteren liegt eine Sammelrinne (garland curb), damit die Wasser nicht in den Schacht fallen. Die Lettenschicht wird abfallend dem Rohre zu gehalten, so dass man mit dem Verletten an der dem Rohre entgegengesetzten Seite beginnt und die Wasser stets zwingt, dorthin zu fliessen. Schliesslich wird die Durchbohrung im Tragekranz verspündet. Ob und in welcher Weise man die Mauer an einen höheren Tragekranz anschliesst, ist in der Quelle nicht angegeben, jedenfalls hat man es nur mit mässigen Wassern zu thun, was zwar auf den Druck ohne Einfluss ist, wohl aber hinsichtlich des Ableitens während der Arbeit.

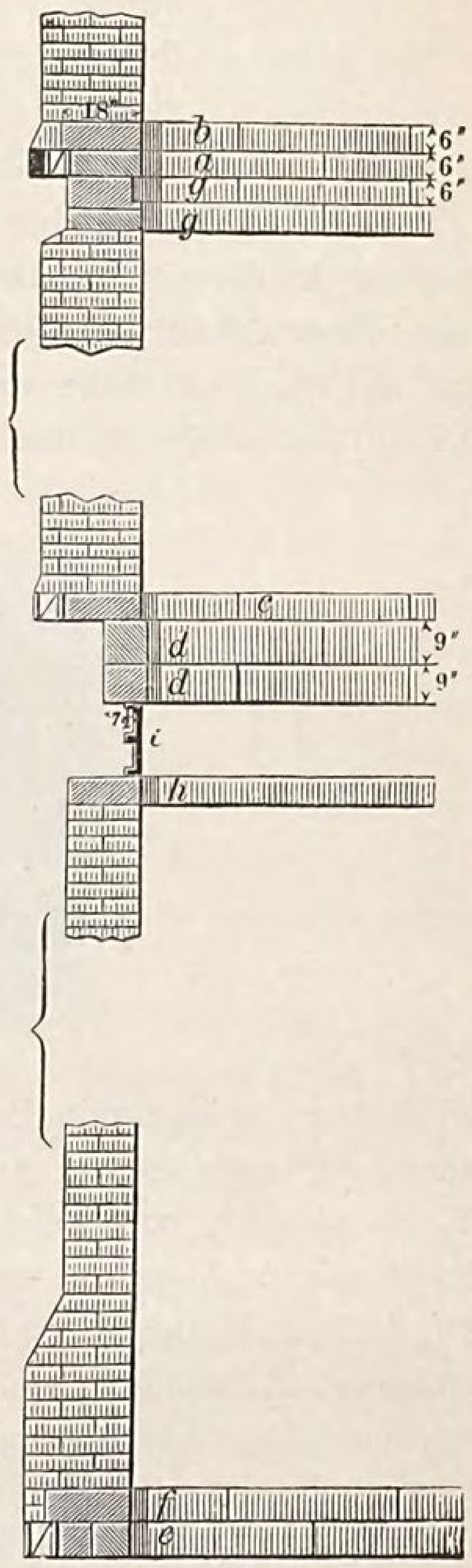
2. Auf der Steinkohlengrube Rhein-Elbe bei Gelsenkirchen in Westfalen[203]) steht der in dem Kreidegebirge 113 Meter tiefe Schacht in oberer Höhe in stückweiser Mauerung, unten in Gusseisen; er ist im Lichten 4,341 Meter weit. Bei 25 Meter Tiefe ist ein Picotagekranz a (Fig. 405) aus 10 Segmenten von Eichenholz gelegt, derselbe ist innen rund, aussen polygonal, 157 Millimeter hoch, wie gewöhnlich mit Moos verdichtet;

[202]) Ponson a. a. O. t. I. p. 422.

[203]) Seelig: das Abteufen auf Zeche Rhein-Elbe in berg- u. hüttenm. Ztg. von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1860. S. 429.

darauf liegt ein zweiter Kranz b gleichfalls 157 Millimeter hoch, 471 Millimeter breit, wie der Keilkranz gestaltet, der Raum dahinter ist mit Cement ausgegossen; auf diesen Kranz ist die Mauer gesetzt. In der Tiefe von 12,5 Meter darunter ist wegen des Auftretens vieler Wasser trotz des nicht sehr festen Mergels ein neuer Keilkranz c gelegt und darauf unmittelbar Mauer gestellt. Bei 471 Millimeter weiterer Tiefe traf man eine feste Schicht, auf welche man zwei 235 Millimeter hohe, 118 Millimeter breite Tragekränze d d mit 118 Millimeter Vorsprung legte; dieselben sind durch horizontale Picotirung an c angeschlossen. Noch 12,5 Meter tiefer fundamentirte man das dritte Stück Mauer auf 2 neben einander liegende Keilkränze e, mit denen man den darauf liegenden Kranz f verankerte. Die Verbindung der zweiten Abtheilung mit der oberen bewirkte man dadurch, dass man 314 Millimeter unter dem Keilkranz a zwei Kränze g über einander auf die Mauer verlagerte, von denen der obere 157 Millimeter hoch, 209 Millimeter breit, 118 Millimeter gegen den unteren zurückspringend in diesen 39 Millimeter tief eingelassen ist, zwischen beide ist getheerte Leinwand gelegt; der obere Kranz g ist gegen den Fundamentkranz a horizontal verkeilt. Beim dritten Absatz wurde 0,915 Meter unter dem Kranz d ein 471 Millimeter breiter, 157 Millimeter hoher Kranz h eingelegt und der Zwischenraum durch einen Kranz i aus 10 gusseisernen Segmenten gesichert. Die erste und zweite Etage sind $2\frac{1}{2}$ Ziegel, die dritte 3 Ziegel stark. Als Abflussrohre hatte man cylinderische gusseiserne Röhren von 52 Millimeter Durchmesser oder pyramidale, mit 52 Millimeter hohen Flantschen an beiden Enden und in der Mitte versehene, welche vorn 78 Millimeter, hinten 131 Millimeter Seite hatten, eingebaut; dieselben sind mittelst Spund verschlossen.

Fig. 405.



3. In den Schächten der Grube Karoline bei Seraing hat man eine Mauer mit Anwendung von Tragekränzen aus Bruchsteinen von Kalksteinen nach den Angaben von Trasenster eingebaut[204]); es sind zwei runde Schächte, einer zur Förderung mit 3,25 Meter und der andere zur Wasser-

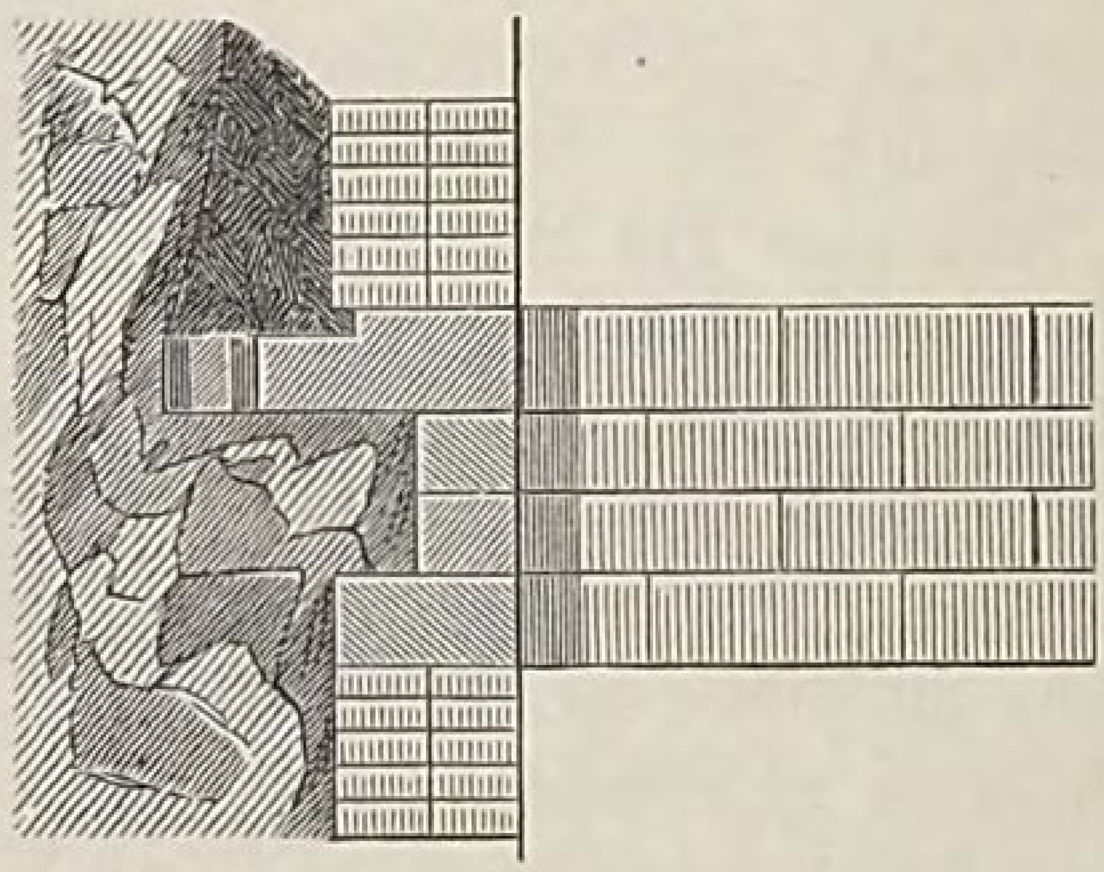
[204]) Ponson a. a. O. t. I. S. 431.

haltung mit 2,40 Meter Durchmesser, von denen der erste in 3, der andere in 4 Abtheilungen ausgebaut ist, und zwar

	I.	II.
erste Abtheilung	16,0 Meter	15,30 Meter
zweite „	7,1 „	6,65 „
dritte „	17,8 „	6,57 „
vierte „	— „	17,60 „
zusammen	40,9 Meter	46,12 Meter

Die Tragekränze sind innen rund, aussen polygonal, aus 12, beziehungsweise 8 keilförmig bearbeiteten Stücken bestehend, 0,30 Meter hoch, für die oberen Absätze 0,60 Meter, für die unteren 0,72 Meter breit; sie sind nur auf $^2/_3$ ihrer Höhe von unten picotirt, auch ist das obere Drittel um 0,1 zurückspringend, um die Keile besser eintreiben zu können; der Raum

Fig. 406.



wird dann später mit Beton ausgefüllt, Fig. 406. Dieser Tragekranz ist unter Anwendung von zwei lambourdes und von Moos in gewöhnlicher Weise picotirt, was vollständig gelungen ist. Das Mauerwerk besteht aus keilförmigen Ziegeln, welche oben zu zweien in 0,5 Meter, unten zu $2^1/_2$ Steinen in 0,6 Meter Stärke mit concentrischen Fugen und Trassmörtel und unter Anbringung von Wasserabflussröhren, wie in Westfalen vermauert werden. Der Abschluss der unteren an die obere Etage ist in der Weise hergestellt, dass 0,8 Meter unterhalb des Tragekranzes die Mauer mit einer Steinlage von gleicher Breite, wie die Mauer bedeckt wird, worauf noch 2 Steinlagen kommen, von denen die obere den Schluss bildet; diese beiden sind nur 0,24 Meter breit, also viel schmaler, als der Tragekranz, so dass dieser während des Anschliessens noch mit seiner Rückseite Halt auf der Gesteinbrust hat. Für die Einstriche sind Bruchsteine eingemauert mit eingehauenen Bühnlöchern.

Die stückweise Aufmauerung wird immer nur unter günstigen Umständen gelingen, insbesondere aber dann, wenn die Schichten, wo die Tragekränze liegen, geschlossen sind; am meisten Aussicht auf Erfolg hat die dritte Methode, die sich noch verbessern liesse, wenn man eine horizontale Picotage für den Anschluss benutzt.

Fehlerhaft sind jedenfalls die gemischten Constructionen, da sich eine Verbindung zwischen Holz und Mauerwerk nie dicht herstellen lässt, ausserdem das Holz vom Mörtel angegriffen wird, auch eine Auswechselung der Holzkränze wohl nie möglich zu machen ist. Von diesem Verfahren ist daher im Allgemeinen abzurathen.

Auf dem Schacht der Grube Medio-Rhein bei Duisburg hatte man in oberer Höhe zur theilweisen Absperrung der starken Wasserzuflüsse eine Mauer in gewöhnlicher Weise hergestellt und damit eine grosse Wasserquantität zurückgedrängt. Nach Erhärtung der Mauer und Verschluss der Wasserabführungsröhren teufte man weiter ab und führte, als auch hier von Neuem sich starke Wasserzuflüsse zeigten, eine neue Mauer in gewöhnlicher Weise, aber in engeren Dimensionen aus und liess dieselbe als Futtermauer durch die erste hindurchgehen, machte aber dabei den Fehler, dass man die zu weit vorstehenden Ausgussröhren der ersten Mauer in die Futtermauer einmauerte. Als sich nun die zweite Mauer zu setzen begann, zog sie die Ausgussröhren mit sich, wodurch die obere Mauer undicht wurde und der ganze, vorher abgedämmte Wasserstrom sich in den Schacht ergoss, so dass das Abteufen eingestellt werden musste. Würde man den Anschluss der Wasserausgussröhren an die Futtermauer vermieden und die untere Mauer ganz unabhängig von der oberen belassen haben, so wäre ein Gelingen der Arbeit sehr wahrscheinlich gewesen. Man wird also in ähnlichen Fällen derartige Fehler zu vermeiden haben.

Auf den Kohlenwerken von Ougrée wurde eine Holzcuvelage durch Mauerung ersetzt, ohne die Förderung im Schachte einzustellen[205]). Die oberen 18 Meter des Schachtes waren im Kies abgeteuft und mittelst Holzcuvelage wasserdicht ausgekleidet. Obwohl dieselbe 30 Jahre hindurch ihren Zweck erfüllt hatte, war sie allmälig so wandelbar geworden, dass sie ersetzt werden musste; durch die Herstellung eines zweiten wasserdichten Einbaues, sei es in Holz, sei es in Eisen, konnte man der drohenden Gefahr nicht abhelfen, weil die Förderung auch nicht auf wenige Tage unterbrochen werden durfte und eine Verengerung des Schachtquerschnitts nicht statthaft war. Man schritt deshalb zu einer Umfahrung der Schachtstösse und brachte ausserhalb der Zimmerung wasserdichte Mauerung an. Der Schacht hatte einen rechteckigen Querschnitt von 5,275 Meter Länge und 1,625 Meter Breite im Lichten. An seinem kurzen Stosse brachte man zunächst einen kleinen provisorischen Schacht bis zum Steinkohlengebirge nieder. Von der Sohle dieses Hilfschachtes aus umfuhr man den Schacht um den einen langen Stoss bis in die Mitte des gegenüberliegenden kurzen Stosses mittelst einer Strecke in elliptischem Bogen und

[205]) Cheneux: substitution d'un revêtement en maçonnerie à un cuvelage en bois, sans interrompre l'extraction in Annales des travaux publics de Belgique. Bruxelles. t. 25. p. 389.

mauerte rückwärts den durch die Strecke geöffneten Raum vollständig aus. In gleicher Weise verfuhr man auf der anderen Seite des Schachtes und bildete dadurch eine Umfassungsmauer um die alte Zimmerung in elliptischer Form, mit einer grossen Achse von 6,76 Meter, einer kleineren Achse von 3,75 Meter und einer Dicke von 0,65 Meter. Ueber der ersten Mauer trieb man in gleicher Art wiederum zwei Streckenarme und mauerte den dadurch gewonnenen Raum aus, bis man die Hängebank erreichte. Die Höhe der Strecken schwankte nach der Beschaffenheit des Gebirges zwischen 2,40 Meter und 3,60 Meter; zur Ausmauerung des 18 Meter hohen Schachtes hatte man 6 Streckenetagen zu bilden. Bei der weichen Beschaffenheit des Gebirges konnte man die Strecken nur mittelst Abtreibezimmerung auffahren und musste dieselbe gegen die alte Cuvelagezimmerung mittelst Stempel absteifen, welche man beim Fortschreiten der Mauer beseitigte. Nachdem der Mörtel in der Mauer, welcher aus $^1/_3$ Trass, $^1/_3$ pulverisirter und gesiebter Schlacke und $^1/_3$ gelöschtem Kalk bestand, mehre Monate zum Erhärten Zeit gehabt hatte, wurde die Cuvelage im Innern beseitigt und die Mauer mit Leitbäumen zur Führung der Fördergefässe versehen, so dass alsdann der Schacht in seiner neuen Bekleidung vollendet war. Die Arbeit war vollständig gelungen. Wenn das Gebirge grössere Wassermengen führt, als es hier der Fall war, so wird man den Hilfsschacht mit besonderer Wasserhaltung versehen müssen, um zum Ziele zu gelangen.

Auf der Steinkohlengrube ver. Westfalia bei Dortmund[206]) hatten die i. J. 1855 niedergebrachten beiden runden Schächte schon im Jahre 1865 unmittelbar über dem Mauerfuss anfänglich kleine Risse gezeigt, die sich allmälig erweiterten und eine Bewegung des Gebirges bekundeten, so dass im Jahre 1872 die Abweichung von der Lothrechten 1,075 Meter betrug. Man sicherte zunächst die zerdrückte Stelle durch gusseiserne tubbings, aber ohne Erfolg, da in Folge der Gebirgsbewegung fast sämmtliche Segmente zersprangen. Man ersetzte die gusseisernen tubbings durch schmiedeeiserne, welche durch gussstählerne Schrauben verbunden wurden, aber auch diese widerstanden dem Gebirgsdruck nicht. Deshalb wechselte man schliesslich die Mauerung durch eine Blockholzmauerung aus, wozu keilförmige Klötze aus nordischem Kieferholz von 0,941 Meter Länge, 0,314 Meter Höhe, 0,418 Meter hinterer und 0,314 Meter vorderer Breite benutzt wurden, welche bereits mehre Jahre vor ihrer Verlegung im Jahre 1876 bearbeitet worden waren, nachdem schon im Jahre 1875 zwei Tragebogen über der Bruchstelle in die Mauer verlegt waren. 6 Meter über der ganzen Schrotzimmerang, welche der Mauer zum Fusse dient, wurde zunächst in den einen Stoss hineingebrochen, die 2,5 Meter hohe zerbrochene Mauer beseitigt, mittelst Schlägel und Eisen ebene gesunde Flächen bearbeitet und die Holzblockmauerung eingesetzt; darauf folgte in gleicher Weise der

[206]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 25B. S. 229.

radial gegenüberliegende Stoss und fortgesetzt nach und nach der ganze Umfang. Da sich die Abweichung gegen das Loth nicht völlig beseitigen liess, mussten die Schachtgeviere auf 35 Meter Höhe entsprechend verrückt werden, um der Förderung ungestört Fortgang geben zu können. Die Picotirung des Wasserhaltungs-, wie des Förderschachtes in der Holzmauerung sollte nachträglich erfolgen, damit man die wieder sicher gestellten Schächte auch von dem Wasserzuflusse wieder befreie.

III. Cuvelage in Gusseisen.[207])

Der Ausbau der Schächte in Gusseisen kommt nur bei runden Schächten vor und ist besonders in England heimisch, wo er anscheinend zuerst 1795 angewendet wurde und zwar mit gusseisernen Cylindern aus einem Stück, was aber nur bei geringen Tiefen und Durchmessern möglich ist; 1796 erfolgte durch Buddle die Theilung der Cylinder in Segmeute mit inneren Vorsprüngen, Schraubenverbindungen und Holzbekleidung, um das Unterfassen der Fördergefässe zu verhindern.

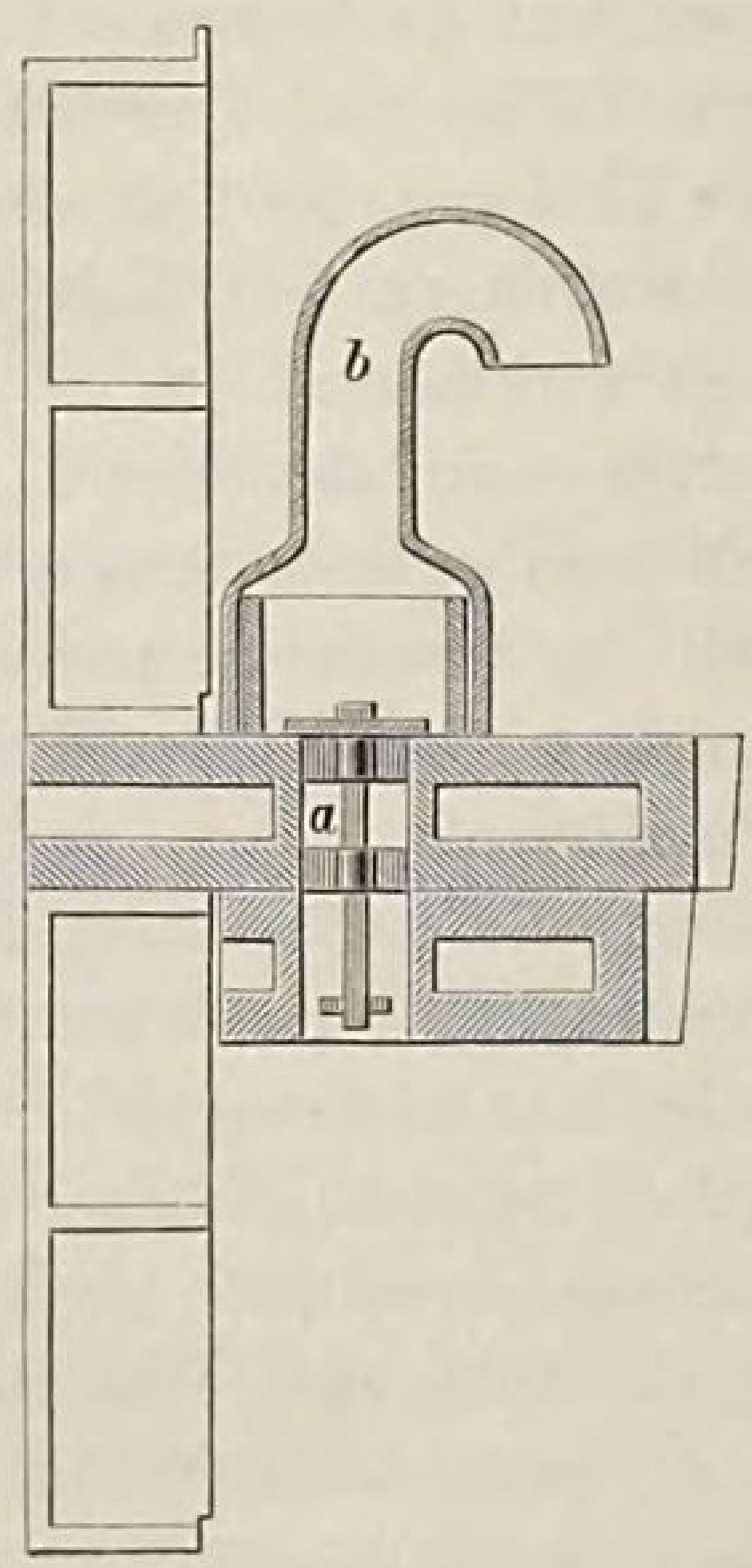
Die gusseiserne Cuvelage wird absatzweise eingebracht, wie die belgische Zimmerung, nach Massgabe wassertragender Schichten, oder wenn man wenigstens einen Theil der Wasser absperren will. Wie bei der Zimmerung hat man im Allgemeinen zwei Theile: Trage- oder Keilkränze (wedging cribs), welche als Fundament dienen, und Aufsatzkränze (tubs); in beiden werden die verticalen, wie horizontalen Fugen durch Einlegen von Brettstückchen, welche nachträglich verkeilt werden, verdichtet. Das ganze Verfahren heisst Metal oder cast iron tubbing.

Die Tragekränze (wedging cribs), können aus Holz bestehen, werden jetzt wohl aber immer aus Eisen genommen; massiv würden diese zu schwer sein, daher wendet man sie hohl an. Wie die Picotagekränze bei der Zimmerung, macht man sie breit, nicht leicht unter 305 Millimeter, auf der Steinkohlengrube Hibernia bei Gelsenkirchen 356 Millimeter breit, gegen 152 Millimeter hoch und nicht leicht unter 25 Millimeter in den Wandungen dick; auf Porembaschacht I der Königin Luise Grube in Oberschlesien ist der Keilkranz 630 Millimeter breit, 145 Millimeter hoch, 45 Millimeter in den Wandungen stark. Die Zahl der Segmente richtet sich nach dem Durchmesser, wobei als Grundsatz dienen kann, dass man die Sehne im grossen Durchschnitt gegen 1,219 Meter lang nimmt; auf Hibernia hat man bei einem Durchmesser von 3,5 Meter 8 Segmente, auf Rhein-Elbe 10 Segmente bei einem Durchmesser von 4,3 Meter. Man bildet eine ringförmige Brüstung im Gestein, die gegen 39 bis 52 Millimeter Raum zwischen der Aussenfläche

[207]) Ponson, a. a. O. t. I. p. 439. — Greenwell, a. a. O. p. 133. — Dunn, a treatise on the Winning and Working of Collieries 2. edition. Newcastle 1852. pag. 50. — v. Dücker, gusseiserne Schachtverdichtung in Westfalen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 5B. S. 66. Bd. 6B. S. 1.

des Kranzes und dem Gebirge lässt, der Kranz wird auf eine Unterlage von 13 Millimeter dicken Fichtenbrettchen gelegt, deren Fasern radial gestellt sind; auch zwischen den verticalen Fugen der Segmente sind solche Brettchen gestellt, welche von hinten verkeilt werden. Die Segmente stossen stumpf zusammen, ein Uebergreifen derselben ist nicht nöthig, da die verticalen Brettchen wegen der hinteren Picotage nicht ausweichen können. Die hohlen Segmente werden durch verticale Rippen in Fächer getheilt und diese mit Klötzen und Fichtenholz ausgefüllt, welche demnächst verkeilt werden; entweder sehen die Fächer nach Unten oder nach Aussen, das Letztere scheint das Gewöhnliche. Um hinter dem wasserdichten Aus-

Fig. 407.



bau die Wasser und die Luft ins Gleichgewicht zu setzen, wird der Tragekranz durchbrochen, so dass die Wasser unter- und oberhalb desselben communiciren können und kein Druck auf den Ausbau wirksam wird. Die Oeffnung a, Fig. 407, von 105 Millimeter Durchmesser ist mit einem Ventil geschlossen, welches durch das von unten andrängende Wasser gehoben werden kann und demselben den Durchlass gestattet, dagegen das Zurückfallen der oberen Wasser verhindert. Derartige Oeffnungen sind in jedem Keilkranz 4 vorhanden. Um das Hereinfallen von Steinen während der Arbeit zu verhüten, ist auf dem Ventilstutzen ein Rohr b angebracht, welches am oberen Ende eine nach unten gehende Krümmung besitzt, so dass zwar Wasser und Luft von unten her hindurchtreten, aber von oben kein fester Gegenstand eindringen kann[208]).

[208]) Schantz a. a. O. in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 23B. S. 228.

Die Aufsatzkränze (tubs) sind 314 bis 628 Millimeter hoch, ihre Stärke richtet sich nach dem Durchmesser und der Tiefe, sie erhalten stets an allen vier Seiten vorspringende, etwa 100 Millimeter breite Flantschen, um mittelst derselben stabil auf und neben einander gesetzt werden zu können, zwischen den Kränzen sind Verstärkungsrippen angebracht, entweder zwei sich diagonal kreuzende oder, was für die Haltbarkeit der verticalen Flantschen besser ist, eine horizontale Mittelrippe und mehre verticale, oft finden sich auch noch Träger an den Flantschen. Für grössere Tiefen nimmt man Segmente von geringerer Höhe, macht die Wände stärker und behält ausserdem die Verstärkungsrippen bei. In der Mitte jedes Segments ist eine Oeffnung von etwa 33 Millimeter Durchmesser angebracht, theils um die Wasser abfliessen zu lassen, theils um die Segmente beim Einhängen darin befestigen zu können, was mittelst einer Gabel und vorgestecktem Bolzen geschieht. Nicht immer vorhanden, aber an sich zweckmässig ist eine um etwa 13 Millimeter vorspringende Randrippe der horizontalen Flantschen und ein um etwa 35 Millimeter starkes Uebergreifen der Segmente an den verticalen Fugen. (Fig. 408. 409. 410.)

Fig. 408.

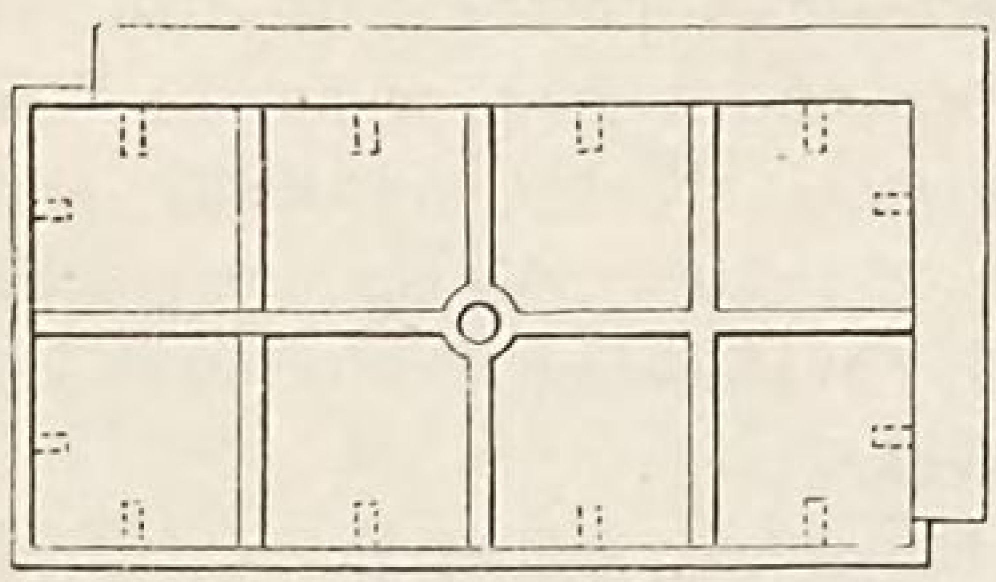


Fig. 409.

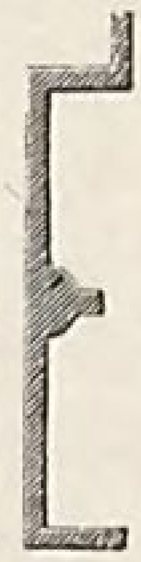
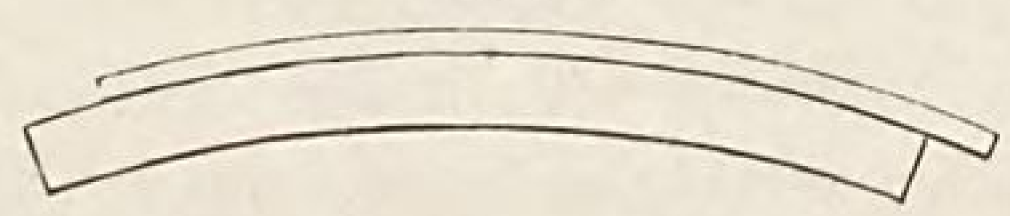


Fig. 410.



Die Segmente werden in der Weise aufgebaut, dass die verticalen Fugen in den über einander liegenden Kränzen wechseln; in allen Fugen werden 13 Millimeter starke Fichtenbrettchen mit recht feinen Fasern und ohne Aeste eingelegt. Wenn ein Kranz gesetzt ist, und wenn Vorsprünge an den Segmenten vorhanden sind, so regulirt und sichert man die Stellung nach dem Lothe durch Bretter von 105 bis 157 Millimeter Breite und 628 Millimeter Länge und Keile, welche hinter die Verbindungsstellen gegen das Gestein getrieben werden; der übrige Raum wird mit Bergen ausgefüllt. Wenn keine Vorsprünge an den Segmenten vorhanden sind, ist grössere Sorgfalt im Ausfüllen nöthig, doch lässt sich dann das Ausweichen der Brettchen beim späteren Verkeilen nie ganz vermeiden.

Wenn an eine obere Etage angeschlossen werden soll, so muss man die Lage des unteren Keilkranzes mit Rücksicht auf die Höhe des Gebirges bestimmen; kann der hiernach ermittelte Punkt wegen Beschaffenheit des

Gebirges nicht gewählt werden, so muss man den letzten Segmentring in der entsprechenden Höhe besonders giessen lassen; kleinere Differenzen können durch die Dicke der Füllbrettchen ausgeglichen werden.

Die Löcher in den Segmenten der drei untersten Ringe werden sogleich mit Spunden geschlossen, damit sich der Bergeversatz über dem Keilkranz dichter setzt.

Das Aufbauen der Segmentringe, sowie das demnächst folgende Verkeilen geschieht von den Engländern mit Hilfe einer fliegenden Bühne (cradle), welche an zwei starken Tauen mittelst eiserner Bügel hängt; sie lässt sich aufklappen für den Schachttheil, wo schon ein Schachtscheider vorhanden ist, und hat Ausschnitte für die Pumpe; die Taue handhabt man mittelst Erdwinden, welche mit einem Pferde bespannt sind.

Das Verkeilen der Fugen geschieht mit Plattkeilen, welche gewölbte Flächen haben, etwa 105 Millimeter lang, 39 Millimeter breit, 10 bis 13 Millimeter dick aus feinfaserigem Fichtenholz geschnitten sind. Gleichzeitig erfolgt das Verspunden der Löcher in den Segmenten mit Ausnahme der obersten und der im vierten Ringe von unten. Das Verkeilen beginnt von Unten her bis zu den obersten Fugen, worauf eine zweite Verkeilung in derselben oder auch umgekehrten Richtung folgt, dann verspündet man die Löcher von Unten nach Oben und zuletzt, wenn die Wasser aus denselben ausfliessen, auch die obersten. Nicht vollständig einzutreibende Keile werden abgehauen und abgeschlichtet. Die Spunde picotirt man wohl durch kreuzweis eingesetzte Keile. Schliesslich werden etwa noch undicht gebliebene Stellen von Neuem verkeilt.

Die Anbringung von Luftröhren hinter der Cuvelirung ist in England vielfach üblich, sie werden dann von jeder Abtheilung im Schachte in die Höhe geführt. Aehnliche Röhren werden auch wohl da angeschlossen, wo ein sehr verschiedener Wasserdruck in den oberen und unteren Gesteinschichten beobachtet oder vermuthet wird, um den Druck über und unter dem Keilkranz auszugleichen. Diese Röhren scheinen indess nicht nöthig zu sein, jedenfalls nehmen sie sehr viel Raum im Schachte fort.

Beim weiteren Abteufen bleibt unter dem Keilkranz eine Gesteinbrust stehen, welche beim Heraufkommen der neuen Etage weggenommen wird, so weit als die Flantschenbreite der tubs es erfordert.

Die Dimensionen der Segmente sind beispielsweise auf Hibernia in dem 3,5 Meter weiten Schacht folgende:

in	40,0	Meter	Tiefe	610	Millimeter	Höhe,	15	Millimeter	Dicke
„	56,0	„	„	610	„	„	19	„	„
„	83,6	„	„	610	„	„	19	„	„
				450	„	„	19	„	„
„	105,5	„	„	450	„	„	22	„	„
„	119,25	„	„	300	„	„	22	„	„

Greenwell giebt dafür die Formel

$$x = 0{,}03 + \frac{PD}{50000}$$

an, worin x die gesuchte Stärke in Fuss, P der Druck oder die verticale Tiefe in Fuss, D den Durchmesser in Fuss bedeutet; für das Metermaass umgerechnet erhält die Formel die Gestalt

$$x = 0{,}0094 + \frac{PD}{16000}$$

und giebt die Stärke zu:

bei einer Tiefe von	bei einem Durchmesser von			
	3 Meter	3,5 Meter	4 Meter	4,5 Meter
20 Meter	1,31 Centimet.	1,38 Centimet.	1,44 Centimet.	1,50 Centimet.
40 „	1,69 „	1,82 „	1,94 „	2,06 „
80 „	2,44 „	2,69 „	2,94 „	3,19 „
120 „	3,19 „	3,57 „	3,94 „	4,33 „

Die Formel ist aber ersichtlich nicht rationell construirt und giebt, weil sie auf Verstärkungsrippen keine Rücksicht nimmt, gegen das Beispiel von Hibernia zu grosse Resultate. Atkinson will, wenn auf die ungleiche Druckvertheilung keine Rücksicht genommen wird, folgende Formel anwenden

$$x = \frac{6\,d}{\frac{k}{p} - 1}$$

wo x die Stärke in Zollen, d den Durchmesser in Fussen, k den Festigkeitsmodul für Gusseisen, p den Druck auf den Quadratzoll bezeichnen; bei $^1/_6$ Sicherheit nimmt er 15000 Pfund auf den Quadratzoll für k, setzt noch $^1/_8$ als Constante hinzu und berechnet für 100 fathoms Tiefe F, wo $p = 2{,}6$ F eingeführt wird, und für 14 Fuss Durchmesser

$$x = 1{,}607 \text{ Zoll englisch}$$
$$= 4{,}06 \text{ Centimeter.}$$

Er will aber schliesslich achtfache Sicherheit, also k nur zu 12000 Pfund berücksichtigen und auch die ungleiche Vertheilung des Drucks in Betracht ziehen, wo alsdann

$$x = 1{,}907 \text{ Zoll englisch}$$
$$= 4{,}82 \text{ Centimeter}$$

wird. Als Minimum will er für enge Schächte 1,27 Centimeter, für weite 1,59 Centimeter Stärke angewendet wissen.

Combes[209]) giebt die Formel bei Metermaass an zu

$$x = \frac{GHR}{6000000}$$

oder da G = 1000 Kilogramm

$$x = \frac{HR}{6000}$$

[209]) Combes a. a. O. pag. 44.

wobei eine Belastung von nur 600 Kilogramm auf den Quadratcentimeter, also mehr als 10fache Sicherheit angenommen ist.

Die oben S. 751 für die Stärke der Mauer ermittelte Formel

$$x = \frac{100\,rh}{10\,k - h}$$

welche auch die Differenz zwischen äusserem und innerem Durchmesser berücksichtigt, ist auch hier anwendbar; bei der geringen Dicke, also der unbedeutenden Differenz beider Durchmesser, kann man indess den Unterschied zwischen R und r vernachlässigen und einfach setzen

$$x = \frac{rh\gamma}{100\,k} = \frac{10\,rh}{k}$$

die Formel wird aber passend so umzugestalten sein, dass man, ähnlich wie bei Wasser- und Dampfleitungsröhren, eine Constante zugiebt. Es ist aber die zulässige Belastung von Gusseisen bei Maschinentheilen, wenn rückwirkende und relative Festigkeit beansprucht wird, zu 512 Kilogramm anzunehmen, für stabile Constructionen aber 768 Kilogramm; als Constante ist $^1/_3 = 0{,}333$ Centimeter zu nehmen, so dass sich ergiebt

$$x = \frac{10\,rh}{512} + 0{,}333$$

dies ergiebt beispielsweise für 3 Meter Durchmesser

bei 40 Meter Tiefe x = 1,505 Centimeter
„ 120 „ „ x = 3,849 „

Uebrigens ist die hier angenommene Belastung noch geringer, als die von Combes; ausserdem wird man bei den praktischen Erwägungen auf die Verstärkungsrippen und deren grösseren Einfluss auf die Stärke bei geringerer Segmenthöhe Rücksicht zu nehmen haben.

Die Wasserhaltung erfolgt stets durch fliegende Sätze, welche frei im Schachte hängen. Muss man bei grösserer Tiefe eine Pumpe fest verlagern, so giesst man besondere Segmente mit Kasten oder Nieschen, verlegt zwei derselben zur Aufnahme von Querlagern nahe über einander und steift diese Lager durch Streben ab[210]; den erforderlichen Halt giebt man, indem man eine gehörige Zahl von Keilkränzen unmittelbar unter diesen Lagern einschaltet. Aehnlich ist es auch auf Hibernia geschehen[211], auch auf den bereits erwähnten Porembaschächten bei Zabrze in Oberschlesien.

Das Auswechseln der Segmente kann, obwohl dieselben vor dem Einbau sorgfältig untersucht werden, dennoch nothwendig werden; man öffnet dann die Löcher des betreffenden und des darunter gelegenen Segmentringes, damit die Wasser ablaufen, meisselt dann die Verkeilung heraus, so dass man das Segment leicht beseitigen kann, alsdann setzt man ein neues ein und verkeilt dies wiederum.

[210]) Ponson t. I. p. 448.
[211]) v. Dücker a. a. O. Bd. 5B. S. 75.

Mehrere Keilkränze über einander legt man nur bei nicht sehr festem Gebirge, verkeilt dann aber jeden für sich; bei hohen Absätzen spannt man auch wohl in der Mitte noch einen Keilkranz ein.

Zur Anbringung der Schachtzimmerung dient die Füllung der Fugen. Auf Hibernia wurde an dieser eine 105 Millimeter starke Wandruthe angenagelt, daran befestigte man horizontal 78 Millimeter dicke gefugte Bohlen und setzte vor diese eine zweite Wandruthe, so dass also der aus auf einander gelegten Bohlen bestehende Schachtscheider an seinen beiden Enden von je zwei Wandruthen eingefasst ist. Auf Rhein-Elbe brachte man zwei 1,883 bis 2,197 Meter lange, 262 Millimeter breite, 78 Millimeter starke Wandruthen neben einander an und versah dieselben mit Einschnitten von 105 Millimeter Breite, 209 Millimeter Höhe, so dass eine Art Bühnloch von 209 Millimeter im Quadrat entsteht, in welches die Einstriche eingelegt werden. Am Besten ist es, wenn man den Schacht ganz frei von Zimmerung lassen kann und die Leitung des Fördergestells durch Drathseile bewirkt. Dabei wird man aber jedenfalls zur Verlegung der Pumpenlager für den definitiven Einbau der Pumpen in den betreffenden Segmenten die oben erwähnten Nischen anzubringen haben.

In ausziehenden Schächten, namentlich wenn ein Wetterofen darunter steht, ist eine Sicherung der Cuvelage erforderlich. Im letztern Fall soll nach Dunn die Dauer der Cuvelage nur 10 Jahre betragen, zu Epleton bei Durham musste man nach 15 Jahren eine neue, engere Cuvelage einsetzen[212]). Die Sicherung geschieht[213]) entweder durch Annageln eines Futters von 52 Millimeter starken Brettern oder durch Ziegelmauerung von etwa 105 Millimeter Stärke und gehörig keilförmig gearbeiteten Ziegeln.

Die hier beschriebene englische Abteufungsmethode fängt an, sich auch auf dem Festlande einzubürgern, denn nicht nur in Westfalen ist sie auf den von Engländern betriebenen Gruben eingeführt, sondern auch auf den fiskalischen Gruben in Oberschlesien ist beim Abteufen der neuen Schächte die Methode mehr oder weniger adoptirt worden.

In einzelnen Fällen hat man in neuerer Zeit ausnahmsweise auch tubbings aus Stahl angewendet[214]).

Von Interesse ist die Anwendung der eisernen Cuvelage auf dem Schacht St. Max der Steinkohlenconcession Carling in Deutsch-Lothringen[215]). Daselbst war der Schacht bis zur Tiefe von 159,88 Meter durch eine eichene Cuvelagezimmerung mit polygonalem Querschnitt von 18 Seiten

[212]) Ponson t. I. p. 449.

[213]) Greenwell a. a. O. p. 137.

[214]) Berggeist. Köln 1871. S. 455. — Glückauf. Essen 1871. No. 38.

[215]) Barré: Notice sur le nouveau cuvelage du puits de Carling in Annales des mines. Paris 1870. t. 17. p. 367. — Chavatte: description et pose du cuvelage en fonte du puits St. Max à Carling in Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. t. 15. p. 179.

wasserdicht ausgekleidet und zur grösseren Stabilität der Zimmerung von 79,94 Meter ab ausserdem noch mit einer eisernen Armatur versehen worden. Der Abschluss war insoweit gelungen, dass man den Schacht weiter abteufen und in einer Tiefe von 207,80 Meter zur Kohlengewinnung übergehen konnte. Bald aber zeigten sich Undichtigkeiten in den Verbindungsstellen der Zimmerung, welche nur durch eine sehr sorgfältige, erneuerte Kalfaterung beseitigt werden konnten, so dass 4 Jahre hindurch eine ernstliche Unterbrechung des Betriebes nicht stattfand, bis plötzlich in der Tiefe von 144 Meter die Wasser mit solcher Kraft durchbrachen, dass der inzwischen bis 355 Meter vertiefte Schacht bis 280 Meter Höhe sich mit Wasser erfüllte. Eine nochmalige Kalfaterung genügte zwar zur Wiederaufnahme des Betriebes, welcher aber fortdauernd durch starke Wasserzuflüsse bedroht war, so dass die Pumpen schliesslich nicht mehr zur Wältigung genügten und man sich entschloss die Production gänzlich einzustellen und innerhalb der alten Zimmerung eine eiserne Cuvelage einzubringen. Die hölzerne Picotagezimmerung beginnt, wie oben bemerkt, bei 159,88 Meter Tiefe. Den eisernen Ausbau fundirte man bei 168 Meter Tiefe, Fig. 411, auf einen kreisrunden Kranz von Werkstücken von 2 Meter Höhe, welcher mittelst eines 0,20 Meter hohen und 0,36 Meter breiten Ringes von Eichenholz auf der alten Schachtmauer aufruht. Die Böschung der Werkstücke nach dem Innern des Schachtes beträgt so viel, dass dadurch der Schachtdurchmesser von 4 Meter auf 3,20 Meter verengert wird; auch nach den Schachtstössen zu haben die Werkstücke eine geringe Neigung, so dass die Dicke der Werkstücksmauer, welche unten 0,36 Meter beträgt, oben bis auf 0,83 Meter anwächst. Auf dieser Steinbasis bei 166 Meter Tiefe des Schachtes sind 5 gusseiserne Picotagejöcher von 0,25 Meter Höhe und 0,40 Meter Breite aufgelagert, auf welche 5 gusseiserne Cuvelageringe, jedes von 1 Meter Höhe, folgen, deren obere Kante den Fuss der alten Holzcuvelage erreicht. Hierauf wollte man wiederum Picotagejöcher legen, unterliess dies aber, weil Eile Noth that, und begnügte sich mit der Fortführung der Cuvelageringe. Jeder dieser Ringe besteht aus 4 Segmenten, sie sind mittelst Bolzen mit einander verbunden, deren 12 sich in dem flantschenartigen Rande jedes Segmentes befinden; auch die verticalen Fugen der Segmente, von denen das eine mittelst Falz über das andere greift, sind durch 4 Bolzen befestigt. In die horizontalen, wie verticalen Fugen wird eine Bleiplatte von 3 Millimeter Dicke zur Dichtung eingebracht. Jedes Segment hat in der Mitte zum Durchlassen der Wasser ein Loch, welches später mit einer Schraubenspindel verschlossen wurde. Die Segmente der Cuvelageringe nehmen allmälig in der Dicke von 1,045 Meter bis zu 0,037 Meter in 5 Absätzen, also jedesmal um 2 Millimeter ab. Die Segmente der Picotageringe, deren jeder 6 Stück enthält, haben eine Eisenstärke von 0,035 Meter; die horizontalen Flantschen der obersten Segmente, auf welche sich die Cuvelageringe aufsetzen, sind behobelt und dabei der äussere Rand 0,002 Meter niedriger als der innere, um eine

Verschiebung der aufliegenden Segmente zu verhindern. Die horizontalen und verticalen Fugen der Picotagesegmente sind mittelst Blättchen von Eichenholz gedichtet.

Fig. 411.

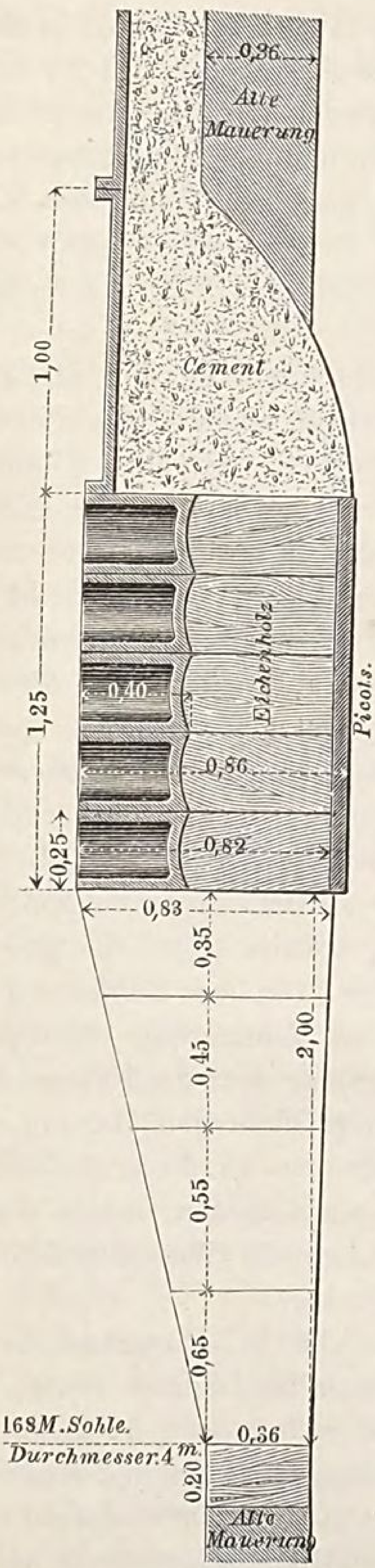
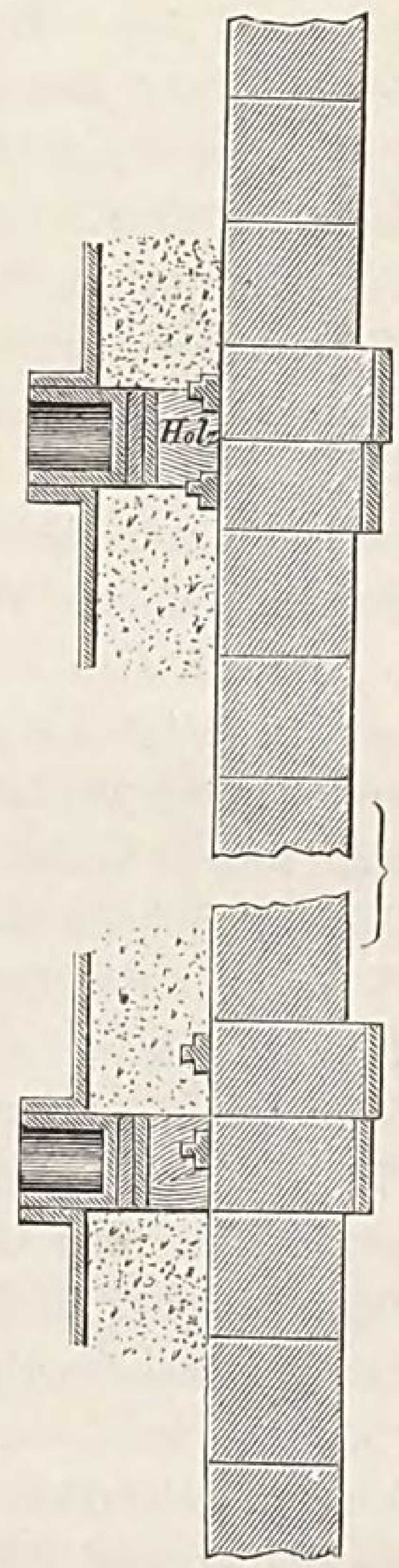


Fig. 412.



Die Segmente eines Cuvelageringes wurden gleichzeitig in den Schacht eingehängt und verloren auf ihren Platz gebracht; nachdem die Blei-

dichtung in die verticalen Fugen eingelegt war, zog man die 4 Bolzen jeder Fuge an, wobei man mit Sorgfalt darauf sehen musste, dass die genaue horizontale Lage des Ringes beibehalten wurde. Alsdann lüftete man den Ring um 0,50 Meter bis 0,60 Meter und brachte Holzklötze von dieser Dicke in die Lücke, presste demnächst die überall 0,01 Meter hervorstehenden Bleiplatten auf der äusseren Seite mit einem Meissel in die Fugen, legte die Bleiplatte auf den oberen Rand des unteren Ringes und senkte den in der Einbringung begriffenen Ring wieder herunter, worauf die Bolzen für die horizontalen Flantschen angebracht und die Bleiplatten auf der innern Seite eingedichtet wurden. Endlich goss man hinter den eingelegten Ring eine Betonmasse, welche zu zwei Dritteln aus Cement von Vassy und zu einem Drittel aus Kalk gemischt war, in einer Stärke von 0,02 Meter.

Die Cuvelage ist mehre Male und besonders an der Stelle, wo bei 144 Meter Schachttiefe die Hauptwassermenge zusitzt, von Picotageringen unterbrochen, welche sich an die Picotagejöcher der alten Zimmerung anlehnen. Fig. 412 zeigt die verschiedenen Anordnungen, je nachdem der neue Ring unmittelbar vor eine oder zwischen zwei Armaturen der alten Zimmerung zu liegen kam. Diese Picotageringe, welche nicht bestimmt waren, die Wasser Schritt für Schritt zurückzuhalten, sondern eine Unterlage für das Gewicht der Cuvelage zu geben, wiederholten sich in angemessener Höhe vor den alten hölzernen Picotagejöchern.

Diese von Zeit zu Zeit durch Picotageringe unterbrochene Cuvelage wurde bis 72 Meter im Schachte hinaufgeführt; sie wurde beendet mittelst einer Reihe von hölzernen Cuvelagejöchern in Höhe von 1,40 Meter, auf welche 2 Picotagejöcher in Holz, jeder von 0,25 Meter folgten; auf diese brachte man eine gesimsartige Krönung, welche gegen die alte Cuvelagezimmerung befestigt wurde und weiter höher 36 eichene Bohlen von 1,50 Meter Höhe, welche mittelst Bolzen an die alte Zimmerung befestigt wurden; zwischen die Bohlen und die Krönung spannte man Stellschrauben ein, um einen kräftigen Druck auszuüben, was aber nicht genügte, um die Wasser vollständig abzusperren. Deshalb brachte man an dieser Stelle eine Kautschukdichtung an, welche man gegen die eichenen Bohlen absteifte und erzeugte dadurch einen solchen Druck, dass die Wasser vollständig abgesperrt wurden.

Auf der Steinkohlengrube ver. Westfalia bei Dortmund hatte der in wasserdichte Mauerung gesetzte, 5,02 Meter im Lichten weite, kreisrunde Schacht zuerst am Fusse der Mauer und später auch 52 Meter über dem Fusse anfänglich horizontale, später schlangenförmige und senkrechte Risse gezeigt, welche 3,4 Kubikmeter Wasser in der Minute durchliessen. Zur Verdichtung wurden unten auf 10 Meter Höhe schmiedeeiserne und oben auf 3,77 Meter Höhe gusseiserne Tubbings eingebaut. Die schmiedeeisernen Tubbings bestehen aus Ringen von 10 Segmenten, deren jedes 26 Millimeter stark, 0,94 Meter hoch und 1,57 Meter lang aus Walzblech hergestellt ist,

an allen 4 Rändern tragen sie ein 78 Millimeter breites und 16 Millimeter starkes aufgenietetes Winkeleisen und in der Mitte zur Verstärkung ein T-Eisen. Die Verdichtung erfolgte durch Verschraubung und Verkleidung mit 7 bis 13 Millimeter starken, kiefernen Keilen, mit welchen auch der Zwischenraum zwischen Mauer und Tubbings verkeilt wurde. Die oberen gusseisernen Tubbings sind 0,47 Meter hoch, 1,57 Meter lang, 32,7 Millimeter stark und mit Verstärkungsrippen nach Innen versehen. Die unteren, wie die oberen Tubbings erhielten ein mittelst eines Hahnes verschliessbares Wasser- und Luftabführungsrohr. Der Druck verschob einen Theil der unteren schmiedeeisernen Segmente, welche ausgewechselt werden mussten; seitdem ist ein dichter Abschluss bewirkt. Dennoch beabsichtigt man zur Entlastung des senkrechten Druckes der Mauer dieselbe in dem unteren Theile stückweise auszubrechen und auf 6 Meter Höhe eine hölzerne Blockmauer, welche aus 0,94 bis 1,25 Meter langen, in Verband gelegten tannenen Holzklötzen gebildet werden soll, einzubauen[216]), was, wie S. 760 erwähnt, inzwischen geschehen ist.

Auf einer anderen Grube in Westfalen hatte man die undicht gewordene Mauer durch einen 30 Meter hohen Satz von gusseisernen Tubbings — aber vergeblich — zu dichten gesucht. Man brachte nun über die Fugen der gusseisernen Tubbings schmiedeeiserne Ringe, welche aus 3 alten Eisenbahnschienen gebildet waren; dieselben wurden mittelst Laschen zu einem Ganzen verbunden und so befestigt, dass der Schienenfuss die Fuge deckte. Die Ringe wurden gegeneinander abgespreizt. Der Erfolg war ein günstiger[217]).

Auf der Grube Saint-Jean Baptiste bei Quaregnon in Belgien war im Jahre 1830 ein Wassererhaltungsschacht 640 Meter tief niedergebracht und in rectanguläre Holzcuvelage von 2,5 Meter lichter Länge und 1,6 Meter Breite gesetzt worden. Nach 30 Jahren war die Cuvelage so mangelhaft geworden, dass sie durch eine gleiche vollständig erneuert werden musste. Aber auch die neue Zimmerung wurde zerstört namentlich im unteren Theile und, da man den Schacht zugleich als Wetterschacht benutzen wollte, entschloss man sich am Ende des Jahres 1879 die Holzcuvelage durch eine eiserne zu ersetzen, wozu es nöthig wurde, dem Schacht einen runden Querschnitt zu geben, welcher einen lichten Durchmesser von 2,68 Meter erhielt. Die Holzcuvelage wurde unterhalb ihrer Basis durch 2 Bühnen abgefangen und dann der Ausbau der Holzjöcher von oben her begonnen, worauf die Erweiterung des Schachtes erfolgte. In 30 Meter Tiefe baute man 2 verlorene hölzerne Jöcher ein, mit deren Hilfe man die Abteufungsarbeiten trocken bewirken und bei 39 Meter Tiefe, 0,50 Meter unterhalb der Basis der Holzcuvelage, die beiden eisernen Picotagejöcher von 2,68 Meter innerem und 2,92 Meter äusserem Durchmesser legen

216) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20B. S. 365.
217) Ebenda. S. 366.

konnte. Dieselben, aus 5 Segmenten bestehend, erhielten die geringe Höhe von 0,19 Meter, um sie leicht und schnell handhaben zu können. Die Picotirung dieser Jöcher dauerte 32 Stunden, worauf unmittelbar die Verlegung von 2 Aufsatzjöchern von 1,10 Meter Höhe folgte, welche mittelst Cement verdichtet wurden. Darauf beseitigte man die verlorenen Jöcher und brachte in möglichster Eile die 9 aufsteigenden Aufsatzjöcher ein und verdichtete sie, bis man das obere Niveau erreichte. Die verticalen und horizontalen Fugen der Segmente wurden in Blei gedichtet. Die Arbeit war in 30 Tagen vollendet und zur Zufriedenheit gelungen[217a]).

Ein Vergleich des Ausbaues in Holz, Mauerung und Eisen ergiebt, dass sich Holz und Eisen ohne Schwierigkeit stückweise einbringen lassen, und dass dadurch die Wasserhaltung wesentlich erleichtert wird; dieselben lassen sich nach der Ausführung verdichten und auswechseln, sie sind aber dem Verderben ausgesetzt und für gewisse Verhältnisse theurer, als Mauerung. Dagegen kann die an und für sich billigere Mauerung durch begleitende Umstände, wie schwerköstige Wasserhaltung während des Abteufens, provisorische Zimmerung, Zeitverlust beim Erhärten der Mauer und dem nachherigen Auspumpen der Wasser, theuer werden, sie lässt ferner eine spätere Verdichtung nicht zu und birgt viele Ursachen des Misslingens; wenn sie aber gelungen, so ist sie von fortwährender Dauer und erlaubt auch ausserdem grössere Dimensionen der Schächte zu nehmen, als bei Holz und Eisen angemessen scheint.

D. Bohrschächte und deren Cuvelirung.[217b])

Die vorstehend behandelten Verdichtungen in Holz, Eisen und Mauerung setzen voraus, dass während des Abteufens und während der Verdichtungsarbeiten Wasserhaltung stattfindet, weil sie, auch wenn absatzweise ausgeführt, eines Fundaments bedürfen und von Unten nach Oben aufgebaut werden müssen; am kräftigsten muss diese Wasserhaltung bei der Mauerung sein, weniger beim Ausbau in Holz und Eisen, kann aber auch hierbei sehr ansehnlich werden. Das Kind'sche Verfahren der Bohrschächte und nachheriger Cuvelirung bezweckt, die Wasserhaltung zu umgehen; neben diesem Hauptzweck geht die Absicht, die Abteufungsarbeiten durch Bohren weiter Schächte zu ersetzen. Der Schacht wird in todten Wassern hergestellt, die Cuvelage von Oben eingelassen, dann erst werden die durch sie abgeschnittenen Wasser gesümpft. Dabei kann die

[217a]) Revue universelle. 2 série, tome 8. p. 611

[217b]) Tecklenburg in berg- u. hüttenm. Zeitung. Leipzig 1882. S. 93; 1883. S. 97; auch in Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 27. S. 143.

Form der Schächte selbstredend nur die runde sein. Klar ist, dass zunächst das Verfahren nur von Vortheil sein kann, wenn die Cuvelage gelingt, da der Effect der Bohrarbeit nach den bisherigen Erfolgen noch dem des gewöhnlichen Abteufens wohl nachsteht, dass daher die Anwendung nur Platz greifen sollte, wenn man es mit ausserordentlich grossen Wassermengen zu thun hat, dass endlich das Gelingen an eine derartige Standhaftigkeit des durchbohrten Gebirges gebunden ist, welche während des Bohrens Unterstützung entbehrlich macht, wobei allerdings der Gegendruck der innern Wasser einigermassen zu Hilfe kommt. Deshalb ist die Ausführung der Methode verhältnissmässig nicht oft, erst in neuerer Zeit häufiger unternommen und immer zur Erteufung von Steinkohlengebirge unter wasserreichen jüngeren Bedeckungen.

Zuerst wurde das Verfahren von Kind selbst, welcher sich dasselbe hatte patentiren lassen, im Jahre 1849 im Moseldepartement zu Schönecken bei Styringen unweit Saarbrücken angewendet, ebendaselbst wurden zwei Schächte von einer Actiengesellschaft in Angriff genommen, eine dritte Arbeit führte Kind auf König Leopold bei Gelsenkirchen aus. In allen diesen Fällen ist zwar das Schachtbohren, dessen Idee übrigens schon Combes im Jahre 1844 ausgesprochen hat und viele Andere z. B. Kindermann in kleinerem Massstabe schon früher bei Schurfschächten ins Werk setzten, selbst gelungen, nicht aber die Cuvelirung, zu welcher man in allen drei Fällen fassartig zusammengesetzte Zimmerung nahm, die nur im dritten durch Eisenringe im Innern verstärkt wurde.

Von den in seinem Patente enthaltenen Verfahren, mit Gusseisen zu cuveliren, hat Kind selbst keinen Gebrauch gemacht; mit dem besten Erfolge, bei sonst nur unbedeutenden Abänderungen der Methode ist dies in Belgien geschehen, wo man sich seit dem Jahre 1854 überhaupt die weitere Verfolgung des Kind'schen Verfahrens angelegen sein liess; insbesondere gebührt Chaudron das Verdienst, zu St. Vaast im District du Centre und im Felde der Gesellschaft von Péronnes zwei Schächte, neuerdings auch auf der Zeche Dahlbusch bei Gelsenkirchen, ferner zu Maurange bei Mons, auch für die Gesellschaft Escarpelle am Kanal von Haute-Deule in Belgien, Schächte vollständig gelungen hergestellt zu haben. Auch in England fängt man an, dieser Abteufungsmethode ein grösseres Augenmerk zuzuwenden. Nach einer Mittheilung von Chaudron, welche er im Jahre 1873 der Ausstellung von Modellen und Zeichnungen seiner Apparate in Wien angefügt hatte, waren damals 14 solcher Schächte vollendet und 13 in Arbeit begriffen. Bruno Schulz giebt in der unten angezogenen Quelle eine Tabelle, wonach bis zum März 1877 in Frankreich, Belgien, Deutschland und England 42 derartiger Schächte niedergebracht sind. Der Durchmesser der Schächte wurde neuerdings 3,65 Meter, sogar bis 4,57 Meter weit genommen und kam man damit bis zu Tiefen von 190 Meter, bei Ghlin in Belgien sollte ein solcher Schacht 300 Meter tief werden, dessen eiserne Picotage 14000000 Kilogramm wiegen sollte. Auch in Amerika war das

Verfahren eingeführt worden. Das Verfahren von Chaudron soll bei der Darstellung im Allgemeinen zum Anhalten genommen werden[218]).

Die Metode besteht darin, dass zunächst ein enges Bohrloch vorgestossen wird, dies erweitert man zum Bohrschacht, und schliesslich setzt man die Cuvelage ein. Bei dem Schachte zu Péronnes hat man das Vorbohrloch 10 Meter tief niedergebracht, demnächt die oberen 5 Meter erweitert, ferner 5 Meter vorgebohrt u. s. f., so dass das Vorbohrloch immer 10 Meter vorausgehalten wurde, was für das Löffeln sehr vortheihaft war. Das Vorbohrloch hat den Zweck, das Bohrmehl aus dem Hauptbohrloch aufzunehmen, damit die Sohle des Letzteren immer möglichst frei davon gehalten wird und der Meissel direct auf frisches Gestein wirken kann. Dabei wird der Sohle des Bohrschachtes durch die Stellung der Meissel eine etwas trichterförmige Gestalt gegeben, damit das Bohrmehl um so leichter dem Vorbohrloch zugeführt wird. Aus dem Letzteren wird das Bohrmehl von Zeit zu Zeit beseitigt.

Dimensionen. Der erste Schacht zu Styringen war 100 Meter tief, 4,25 Meter weit, die Cuvelage hatte im Lichten 3,50 Meter, ihre Dicke unten betrug 0,25 Meter, oben 0,15 Meter, also die des ringförmigen Raums unten 0,50 Meter, oben 0,60 Meter. — Der Schacht auf König Leopold hat eine Tiefe von 113 Meter, das Vorbohrloch war 1,412 Meter, der Bohrschacht 4,394 Meter, die Cuvelage im Lichten 3,5 Meter im Durchmesser weit. — Einem neueren Schachte auf der Steinkohlengrube Dahlbusch bei

[218]) Ponson t. I. p. 324. 450. — Haardt: die Kind'sche Bohrmethode auf König Leopold in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 6B. S. 163. — Annales des mines. Série 5, t. 18. p. 435; Série 7, t. 12. p. 185, t. 16. p. 371. — Dr. C. Hartmann, allgem. berg- u. hüttenm. Ztg. Quedlinburg 1861. S. 313. — Berg- u. hüttenm. Ztg. von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1862. S. 402. 1863. S. 48. — v. Sparre in berg- u. hüttenm. Ztg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1865. S. 1. — Ebenda 1869. S. 159. 1878. S. 14. — „Glückauf", berg- u. hüttenm. Ztg. Essen 1867. No. 46. Jhrg. 1875. No. 49. Jhrg. 1876. No. 15. 16. — Chaudron: fonçage des puits à niveau plein (Procédé Kind et Chaudron) in Annales des travaux publics de Belgique. Bruxelles. t. 25. p. 45. Ebenda. t. 27. p. 135. — Allvin: notice sur le système Chaudron pour le cuvelage des puits. Liège 1873. — Chaudron's shaft sinking apparatus in the Mechanics' Magazine. London. Vol. 90. p. 350. — The Mining Journal. London 1872. S. 225. 253; 1875. p. 1295; 1876. p. 1146; 1877. p. 183. 786. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 20. p. 594; Vol. 23. p. 415. 434. — Berggeist. Köln 1872. S. 165. — Amtlicher Bericht über die Wiener Weltausstellung im J. 1873. Braunschweig 1874. — Andrée a practical treatise on coal mining. London 1875. p. 266. — Soulié et Lacour: Matériel et Procédés de l'exploitation des mines. p. 83. — Lévy in bulletin de la société de l'industrie minérale. St. Etienne. 2 série, t. 7. p. 479. — Transactions of the American Institute of Mining Engineers. Vol. V. p. 117. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1876. S. 183. — Bruno Schultz in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 27B. S. 28. — Engineering. London. Vol. 34. p. 553.

Gelsenkirchen in Westfalen gab man bei einer Tiefe von 105 Meter einen Durchmesser von 4,394 Meter, dem Vorbohrloch einen solchen von 1,37 Meter, die Cuvelage ist 3,650 Meter im Lichten weit[219]). — Zu St. Vaast hatte der 98 Meter tiefe Schacht 4,25 Meter, die Cuvelage 3,65 Meter, das Vorbohrloch 1,37 Meter Durchmesser; zu Péronnes war der Schacht 105,20 Meter tief, 2,32 Meter weit, während das Vorbohrloch 0,37 Meter Durchmesser hatte. — Der bis jetzt weiteste Schacht von 4,908 Meter Durchmesser ist zu Huntington in North-Staffordshire abgebohrt worden[220]).

Die Construction der Bohrer ist im Wesentlichen gleich für das Vorbohrloch, wie für den Bohrschacht. In ein Gerippe, welches für den Schachtbohrer zuletzt ganz aus Gussstahl bestand, wird eine Reihe Meissel mit konischen Zapfen und vorgeschlagenem Splint eingesetzt; beim grossen Bohrer lässt man die mittleren Meissel, welche auf das Vorbohrloch treffen würden, fort, der kleine Meissel hat oben Arme mit Querschneiden, welche der Rundung des Schachts entsprechen. Solche Arme gab Kind auch dem Bohrer für den Schacht, Chaudron lässt sie fort und setzt an deren Stelle eine Lehre. Ausserdem erhalten beide Bohrer Führungen, welche bei dem grossen Bohrer aus gekreuzten Balken bestehen, deren einer bewegliche Enden hat, so dass sie durch Seile, welche auf der Bohrbühne über Haspel gehen, aufgezogen werden können; diese Führung bleibt während des Bohrens unbeweglich, indem die Bohrstange durch sie hindurch geht. Der kleine Bohrer dagegen hat eine bewegliche Lehre, aus vier Armen bestehend, welche sich nach der Bohrlochsperipherie zurückbiegen. Der grosse Bohrer hat mit seinen Nebentheilen ein Gewicht von 7000 kg. Ueber demselben ist zur Vermeidung von Brüchen eine Rutschscheere angebracht. Der Ingenieur Sontag zu St. Louis am Mississippi in Nordamerika hat folgende Construction angegeben[221]). Am unteren Ende eines starken eisernen Gestänges von gewöhnlicher Construction befindet sich eine Scheibe, welche sich ungehindert im Bohrschachte auf- und abbewegen kann und welche für das unmittelbar darunter befindliche Freifallstück, wie das Hütchen am Kind'schen Freifallapparat wirkt. Das angewendete Freifallstück bietet nichts Besonderes in seiner Construction dar; es greift der an dem Obergestänge sitzende Theil desselben beim Anfgange des Gestänges mit Nasen unter die Ohren des unteren Theils, welche durch den beim beginnenden Niedergange des Gestänges auf das Hütchen sich äussernden Stoss des Wassers gelöst werden. Der Hub beträgt nur 55 Centimeter, genügt aber bei dem grossen Gewicht des Untergestänges. Dieses besteht

[219]) Berggeist. Köln 1871. S. 591.

[220]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1878. S. 14. — The Mining Journal. London. Vol. 47. p. 183. 786. — Dingler polyt. Journal. Bd. 228. S. 126.

[221]) Berggeist. 1872. S. 205. — Glückauf. Essen 1872. No. 19. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1872. S. 393. — Oesterreichische Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1872. S. 387.

aus sechs Bohrstangen von 13 Centimeter Stärke im Gevierte und 4,708 Meter Durchschnitts-Länge; unter dem Freifallstück ist ein aus 2 eisernen, vierkantigen Stäben bestehendes Kreuz angebracht, dessen Arme dem Halbmesser des Bohrschachtes entsprechen. Die beiden oberen Arme des Kreuzes enthalten je 3 Löcher, in welche die 6 Bohrstangen eingelassen und mit Keilen befestigt werden. Drei Riegel, welche parallel den oberen Kreuzarmen angebracht werden, und zwei Streben geben dem Gestell den nöthigen Halt. Die beiden äusseren Bohrstangen sind die kürzesten, sie nehmen nach Innen an Länge zu, so dass eine durch ihre Endpunkte gezogene Linie der trichterförmigen Sohle des Bohrschachtes entspricht. Am unteren Ende sind die Bohrstangen so eingerichtet, dass die Meissel eingesetzt und leicht ausgewechselt werden können. Auf jeder Seite des Gestells sitzen 3 Meisselschneiden mit 30 Grad Ansteigen vom Innern zur Peripherie. An dem unteren Arme des Kreuzes, welcher gegen die Riegel abgestrebt ist, sind auf beiden Seiten Meissel eingelassen, welche zur Lehre des Bohrgestells dienen und zugleich die Stösse des Bohrschachtes zuführen.

Die Bohrstangen von Kind bestehen aus Tannenholz, haben 0,15 bis 0,16 Meter im Quadrat Querschnitt und sind 15 Meter lang, sind auch wohl aus zwei Stücken zusammengesetzt; sie erhalten zur Vermehrung der Stabilität den nöthigen Eisenbeschlag und je zwei Stangen werden durch Schraubenschlösser verbunden.

Als Motor zum Bohren dient eine einfach wirkende, stehende Dampfmaschine, welche direct an einen Schwengel angreift. Der Kopf des letzteren ist etwas abgerundet, sein Lastarm ist 3,35 Meter, der Kraftarm 3,67 Meter lang, er besteht aus einem unteren Balken von Rothbuchen und einem oberen von Tannenholz, ist 0,75 Meter hoch, 0,35 Meter breit; seine Zapfen liegen in offenen Lagern, so dass der Schwengel sich verlegen lässt. Die Kolbenstange ist durch Ketten mit dem Schwengel verbunden. Der Durchmesser des Cylinders beträgt 0,60 Meter, der längste Hub 1 Meter, so dass bei 4 Atmosphären Ueberdruck eine Last von 10000 Kilogramm gehoben wird. Am Kopf des Hebels ist eine Stellschraube mit Wirbel, wie beim Bohren grösserer Bohrlöcher, angebracht; das verlängerte Schwanzende schlägt unten gegen eine Prellfeder, von welcher Schienen nach Oben gehen, die hier verbunden sind und dadurch auch eine obere Prellfeder bilden.

Zum Löffeln dient eine rotirende Dampfmaschine von 20 Pferdekräften und ein am Seile hängender Löffel, dessen Dimensionen dem engeren Bohrloche entsprechen; Chaudron zieht das Löffeln am Gestänge vor. Kind benutzt ein rechenartig construirtes Kratzinstrument, um den Bohrschmand vor der Sohle des Schachtes in das kleine Loch und demnach in den darin hängenden Löffel einzukratzen, was Chaudron wegen der leichten Zerbrechlichkeit dieses Instruments für gefährlich hält; gänzlich verwirft derselbe das bei Kind gebräuchliche Einhängen des Löffels in das kleine Loch während des Bohrens im Schachte, weil, wenn auch die

Manipulation des Löffelns weniger oft wiederholt zu werden braucht, Gefahren für Brüche und Verstopfungen daraus erwachsen.

Die angewendeten Fanginstrumente bieten nichts Neues (vergl. oben S. 114).

Zu St. Vaast ist das kleine Bohrloch bis 135 Meter, der grosse Schacht bis 98 Meter in zusammen $12^1/_2$ Monaten hergestellt, wobei die Arbeit inzwischen noch 2 Monate ruhte; rechnet man die unteren 34 bis 35 Meter des kleinen Bohrlochs ab, welche andere Zwecke haben, so bleiben $8^1/_2$ Monate übrig, in denen 98 Meter des engen Bohrlochs und des Schachtes gebohrt wurden, so dass in beiden Bohrlöchern im Monat 7,40 Meter durchbohrt wurden, wofür man an Löhnen und Materialien 459 Mark bezahlte.

Die Cuvelage wurde so hergestellt, dass zwischen ihrer äussern Begränzung und der Schachtwandung ein ringförmiger Raum frei blieb, welcher 0,20 bis 0,25 Meter weit war. Kind benutzte fassartig aus Dauben von Eichenholz zusammengesetzte Cylinder oder Kegel; zu Schönecken waren bei 3,5 Meter innerem Durchmesser die Fässer 2 bis 3 Meter hoch, 0,23 Meter stark, von Meter zu Meter mit eisernen Ringen von 0,10 Meter Höhe, 0,01 Meter Stärke von Aussen gebunden, an den Stossfugen zweier Fässer hatten diese Ringe aber eine Höhe von reichlich 0,30 Meter.

Auf König Leopold hatte man bei 3,5 Meter innerem und 4,4 Meter äusserem Durchmesser und einer Tiefe von 116,5 Meter 45 Fässer aus Eichenholz von 2,5 Meter Höhe und zwar von Unten nach Oben

bei	113	Meter	Tiefe	6	Fässer	zu	60	Dauben	265	Millimeter stark
„	98	„	„	8	„	„	62	„	242	„ „
„	78	„	„	10	„	„	66	„	235	„ „
„	53	„	„	10	„	„	68	„	222	„ „
„	28	„	„	11	„	„	68	„	222 bis 157	„ „

Die Dauben jedes Fasses sind in je 628 Millimeter Entfernung von beiden Enden durch Holzzapfen verbunden; in jedes Fass sind aussen 3 eiserne Ringe von 100 Millimeter Höhe und 20 Millimeter Stärke eingelassen. Die Enden der Dauben sind schwach eingekerbt und mit drei Lagen getheerter Leinwand belegt; an den Stossfugen sind nach Innen eingelassene Ringe von 137 Millimeter Höhe und 33 Millimeter Stärke angebracht, welche aus 3 mit Flantschen versehenen Segmenten bestehen. Aehnliche Ringe sind zur Verstärkung der unteren Fässer, je nach der Tiefe 2 bis 4, angewendet.

Zu St. Vaast bediente man sich gusseiserner Cylinder, welche aus einem Stück gegossen sind, 1,5 Meter hoch, mit 3,85 Meter äusserem, 3,60 Meter innerem Durchmesser. Aussen sind die Cylinder platt, innen mit Flantschen zum Zusammenschrauben versehen, zwischen den Flantschen befinden sich zur Verstärkung horizontale Rippen, welche aber nicht so weit, wie die Flantschen vorstehen; diese sind 70 Millimeter breit, 30 Millimeter dick und genau abgedreht; die Schraubenbolzen, deren 45 vorhanden

sind, haben gleichfalls 30 Millimater Dicke, sind von Mitte zu Mitte 250 Millimeter von einander entfernt. Zwischen den Flantschen werden Bleibleche von 3 Millimeter Dicke gelegt, wobei man möglichst wenig Stärke zur Ausfüllung eines Ringes verwenden soll. Die Stärke ist berechnet nach der Formel in Metermaass

$$x = 0{,}02 + R \cdot \frac{P}{500}$$

wo R den äusseren Durchmesser, P den Druck auf den Quadratcentimeter in Kilogramm bezeichnet; hiernach sollten

die untern	15	Cylinder	= 0,040 Meter
„ mittleren	15	„	= 0,035 „
„ oberen	15	„	= 0,030 „

Stärke haben, man hat aber wegen Schwierigkeit der Anfertigung, welche später bei anderen Anlagen gehoben ist, nur unten 18 Cylinder aus Gusseisen und darüber vier Reihen zu je 7 Cylinder aus Blech mit folgenden Stärken eingebracht:

1.	Reihe	0,0175 Meter
2.	„	0,0150 „
3.	„	0,0120 „
4.	„	0,0100 „

Dieselben sind aus 1,5 Meter hohen, 1 Meter breiten Blechtafeln zusammengesetzt, welche mit doppelter Nietung an kleinen Flachschienen in den Längsfugen befestigt sind und zu grösserer Stabilität an den Enden gegossene Winkelkränze, ausserdem in der Mitte einen solchen Kranz erhalten. Im Allgemeinen sind aber Bleche nicht zu empfehlen, weil sie schneller rosten, auch die Nietung bei grösserer Dicke sich nicht ausführen lässt, allenfalls ist ihre Anwendung für obere Höhen statthaft, für welche man das Gusseisen nicht so dünn herstellen kann, als für den Druck gegenügen würde.

Um vor Rost zu schützen, werden die Cylinder aussen und innen mit Menniganstrich versehen; der äussere Anstrich ist bei guter Betonirung überflüssig, verschwindet aber auch bei der Einbringung des Betons gänzlich. Ein Anstrich von Steinkohlentheer, der an sich billiger ist, dürfte sich eher empfehlen.

Die Cylinder müssen vor dem Einbau einer Probe unterworfen werden, die unteren auf 20 Atmosphären, die höheren bis auf 10 Atmosphären. Das Probirgefäss hat unten eine innere Flantsche, auf welche der Cylinder unmittelbar gestellt wird, oben eine äussere Flantsche in gleicher Höhe mit dem Cylinderkranz; darauf wird ein ringförmiger Deckel gelegt, welcher mit eisernen Klammern gehalten wird, weil auf das Zusammenstimmen der sonst nöthigen Schraubenlöcher nicht zu rechnen war; die Dichtung erfolgt am besten mit Hanf und Mennigekitt. Die Nothwendigkeit der Probe ist mehre Male constatirt, da namentlich die Blechcylinder trotz sorgfältigster

Ausführung oft erst nach der zweiten und dritten Probe als dem Drucke entsprechend bezeichnet werden konnten.

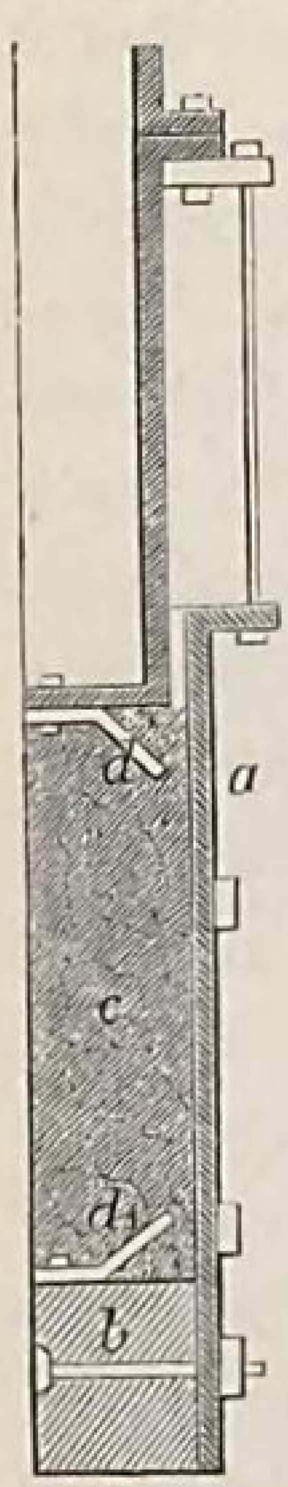
Sehr schwierig ist der Anschluss des Fusses an das Gestein. Früher wurde er von Kind mittelst Beton, auf König Leopold, so auch von Chaudron mittelst einer Moosbüchse bewirkt. Kind verfuhr folgendermassen: unten wurde ein Tragekranz von Eichenholz, etwa 0,314 Meter stark, eingehängt, daran oder darauf befand sich ein gusseiserner Cylinder von etwas geringerem Durchmesser, als die Cuvelirung haben sollte, dieser Cylinder ist umhüllt mit Beton, welcher durch einen Kranz dünner Brettchen gehalten wird, deren Fugen mit Leinwand benagelt sind. Der Tragekranz wird mit dem darauf gestellten untersten Fass durch verschiebbare Anker oder Klammern verbunden, ausserdem ist etwas höher innerhalb dieses Fasses ein Boden aus zwei sich kreuzenden, starken Balkenlagen, die sich entweder auf ein Gestemme im Holze oder auf einen Eisenring stützen, angebracht. In der Mitte des Bodens ist eine Durchlochung vorhanden, auf welcher sich eine gusseiserne, cylinderische Büchse befindet, in der ein Kolben mit zwei nach Oben spielenden Ventilen eingebracht ist, der Deckel der Büchse hat entsprechende Oeffnungen; diese Vorrichtung soll dazu dienen, das Wasser allmälig in das Innere treten zu lassen und so das Sinken zu reguliren, was indess bei Holzcylindern kaum nöthig scheint. Dieses erste Verfahren erscheint mangelhaft, weil der für den Fuss angewendete Beton schon erhärtet, ehe die Hinterfüllung erfolgt, und weil das genaue centrische Einsenken der Fässer nicht in der Hand der Ausführenden liegt.

Deshalb benutzte man auf König Leopold eine Moosbüchse, in welche das unterste Fass eingesenkt wurde, und an welche mit Weglassung des Bodens Leitung durch 8 Anker angebracht ist, die, an Vorsprüngen des untersten Fasses verschraubt, über Tage Schraubenspindeln mit entsprechenden Muttern tragen und wie ein eisernes Bohrgestänge verlängert werden. Chaudron hängt die Moosbüchse mittelst 6 Anker ein, bringt aber wegen des bedeutenden Gewichtes auch einen Boden an, benutzt indess statt des Kolbens die sogenannte Gleichgewichtsröhre. Der Cylinder zur Moosbüchse a in Fig. 413 ist 1,80 Meter hoch und ist an der inneren Seite auf einem hölzernen Tragekranz b befestigt, dessen äussere Seite ein Drahtnetz trägt, welches bestimmt ist, das um den Rand des Cylinders eingestopfte Moos c zu halten, dasselbe nimmt anfänglich eine Höhe von 1,10 Meter ein und wird schliesslich auf 0,20 Meter zusammengedrückt, was dadurch bewirkt wird, dass unter und über dem Moose Bleche d aus 5 Millimeter starkem Eisen angebracht sind, welche Anfangs im Winkel von 30 bis 35 Grad stehen und durch den Druck der Wassersäule so gebogen werden, dass sie das Moos zusammendrücken und dadurch die Dichtung am Gestein bewirken. Der Boden wird von Chaudron etwa am dritten Cylinder angeschraubt; er hat eine nach Unten gewölbte Haube und besteht aus Gusseisen, die Haube trägt ein Eisenblechrohr von 0,3 bis 0,4 Meter

Durchmesser, in welchem sich alle 7 bis 8 Meter Oeffnungen von 9 bis 10 Millimeter Weite finden, die für gewöhnlich durch Schrauben verschlossen sind, aber nach Bedürfniss geöffnet werden können.

Der untere Kranz besteht aus mehreren Segmenten mit 8, beziehungsweise 6 vorspringenden Ohren, in welche die Anker eingesetzt werden; die Anker sind 4 Centimeter stark und werden beim Einlassen durch 4 Meter lange Stücke verlängert, oben enden sie in 4 Meter lange Schraubenspindeln, mit denen sie in Schraubenmuttern greifen, die an der Peripherie ein Winkelrad haben und durch ein zweites eingreifendes Winkelrad mittelst Kurbel bewegt werden. Die obere Verbindung der Anker löst man am besten erst, wenn die Betonirung vollendet ist, weil sonst der Ausbau sich werfen könnte.

Fig. 413.



Wenn eine Fasshöhe fast niedergelassen ist, wird ein neues Fass mit dem bereits eingehängten Theile verbunden und in solcher Weise fortgefahren, bis die ganze Auskleidung niedergebracht ist. Bevor man aber auf die Sohle des Schachtes absetzen lässt, ist es gut, diese zu säubern, dies geschieht durch ein Kratzinstrument, welches man durch die Gleichgewichtsröhre einbringt; die Säubermassen gehen in das Vorbohrloch.

Wenn die ganze Fasssäule aufsitzt, so erfolgt das Betoniren, das heisst die Ausfüllung des hinter der Fassauskleidung freigebliebenen Ringes mit hydraulischem Mörtel. Derselbe wird in Löffeln aus Eisenblech, die dem ringförmigen Raum entsprechen, eingebracht, von denen stets mehrere im Gange sind. Der Löffel, welcher mit einem Bügel versehen ist, wird am Gestänge gehandhabt; im Innern befindet sich ein Kolben, dessen Stange durch den Bügel hindurch geht, an der Stange ist eine kleine Rutschscheere angebracht, von der ein Seil zu Tage über einen Haspel führt; unten hat der Löffel einen drehbaren Boden, der durch ein Paar Riegel gehalten wird, die sich beim Niedergehen des Kolbens durch Anziehen an ein Paar Kettchen öffnen, was leicht erfolgen kann, wenn an der betreffenden Stelle das Gestänge angehalten, das Seil aber noch in Bewegung gelassen wird. Vor dem Oeffnen lässt man den Löffel einige Male auf die frühere Füllung fallen, um dieselbe zusammenzudrücken.

Nachdem der Mörtel erhärtet ist, sümpft man die Wasser und sichert alsdann den Fuss noch mehr durch tiefer her hinaufgeführte wasserdichte Zimmerung.

Der neue Schacht auf Dahlbusch bei Gelsenkirchen im westfälischen Bezirk, welcher in einer Weite von 4,393 Meter abgebohrt worden war, erhielt eine Auskleidung von gusseisernen Ringen mit einem lichten Durchmesser von 3,65 Meter und einer Höhe von 1,5 Meter. Die Ausführung bietet keine Veränderung gegen das vorgeschriebene Verfahren; die Verdichtung des Fusses erfolgte durch eine Moosbüchse, die der Schachtstösse

durch Ausguss mit Beton, welcher aus Trass, Wasserkalk, Sand und Cement bestand[222]).

Das Verfahren ist für jetzt nach den bisherigen Erfahrungen nur rathsam, wenn standhaftes Gebirge und starke Wasser vorhanden sind, wobei der Wasserdruck auf die Schachtwand der Stabilität zu Hilfe kommt.

Die Methode ist im Wesentlichen adoptirt von der Bohrgesellschaft Mauqet-Lippmann & Co. in Paris, welche sich besonders dadurch unterscheidet, dass der Bohrer eine andere Construction erhalten hat und mit Freifall gearbeitet wird, auch ein kleines Loch nicht vorgebohrt wird[223]). Nach diesem Verfahren ist ein Schacht auf der Steinkohlengrube Rhein-Elbe in Westfalen[224]) niedergebracht worden, und ein anderer auf der Steinkohlengrube Königsborn gleichfalls in Westfalen[225]).

Tillier und Passelecq[226]) schlagen folgende Auskleidung der abgebohrten Schächte vor. Es werden drei runde, 50 Millimeter starke eiserne Führungsstangen bis auf die Schachtsohle herabgelassen, dieselben bestehen aus 2 bis 3 Meter langen Stücken, welche aneinander geschraubt sind; sie werden genau vertical gestellt und auf der Hängebank durch zwischengelegte Federn an Querträgern elastisch aufgehängt. Ueber diese Führungsstangen wird der unterste eiserne Cylinder A, Fig. 414. 415, geschoben und hinabgelassen, indem derselbe an den 3 Stangen f im Innern geführt wird, während gegen die Schachtstösse die Führung durch eiserne an dem Cylinder angeschraubte Bänder bewirkt wird. Unten hat der Cylinder eine breite Flantsche, oben eine schmälere, beide mit drei eingedrehten Rinnen versehen, welche mit eingepresstem Kautschuk gefüllt sind. Auf den Kautschuk setzt sich der Cylinder A auf die Schachtsohle auf; in gleicher Weise wird der Cylinder B, welcher oben und unten gleichfalls mit Flantschen, aber nur oben mit Kautschuk versehen ist, eingelassen, welcher sich mittelst des Kautschukringes gegen die obere Flantsche des Cylinders A abdichtet u. s. f., bis die Cylinder die Hängebank erreichen. Damit beim Einhägen keine Unreinigkeiten auf dem Kautschuk haften bleiben, hat derselbe einen dreieckigen Querschnitt. Der Zwischenraum zwischen den Cylindern und dem Schachtstosse wird mit Beton ausgefüllt, nach dessen Erhärten der Schacht vom Wasser befreit wird, worauf dann auch die Führungsstangen entfernt werden.

[222]) Berggeist. Köln 1871. S. 591.

[223]) Lueg in Glückauf. Essen 1876. No. 15. 16, so wie in österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1876. S. 183.

[224]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 24 B. S. 176.

[225]) Ebenda. Bd. 24 B. S. 176; Bd. 25 B. S. 242. — Wochenschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin 1879. No. 23.

[226]) Dingler polyt. Journal. Bd. 226. S. 510.

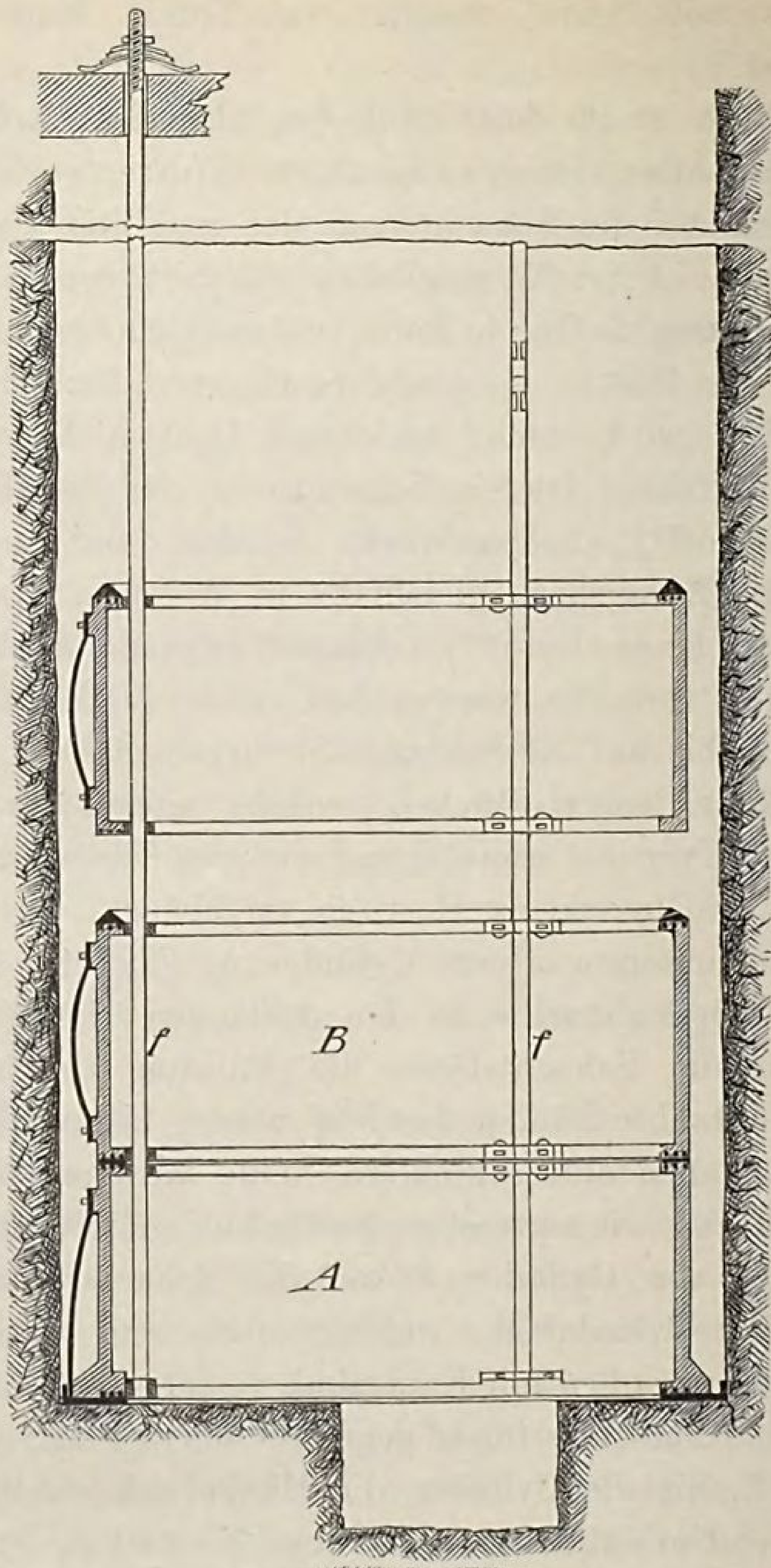


Fig. 414.

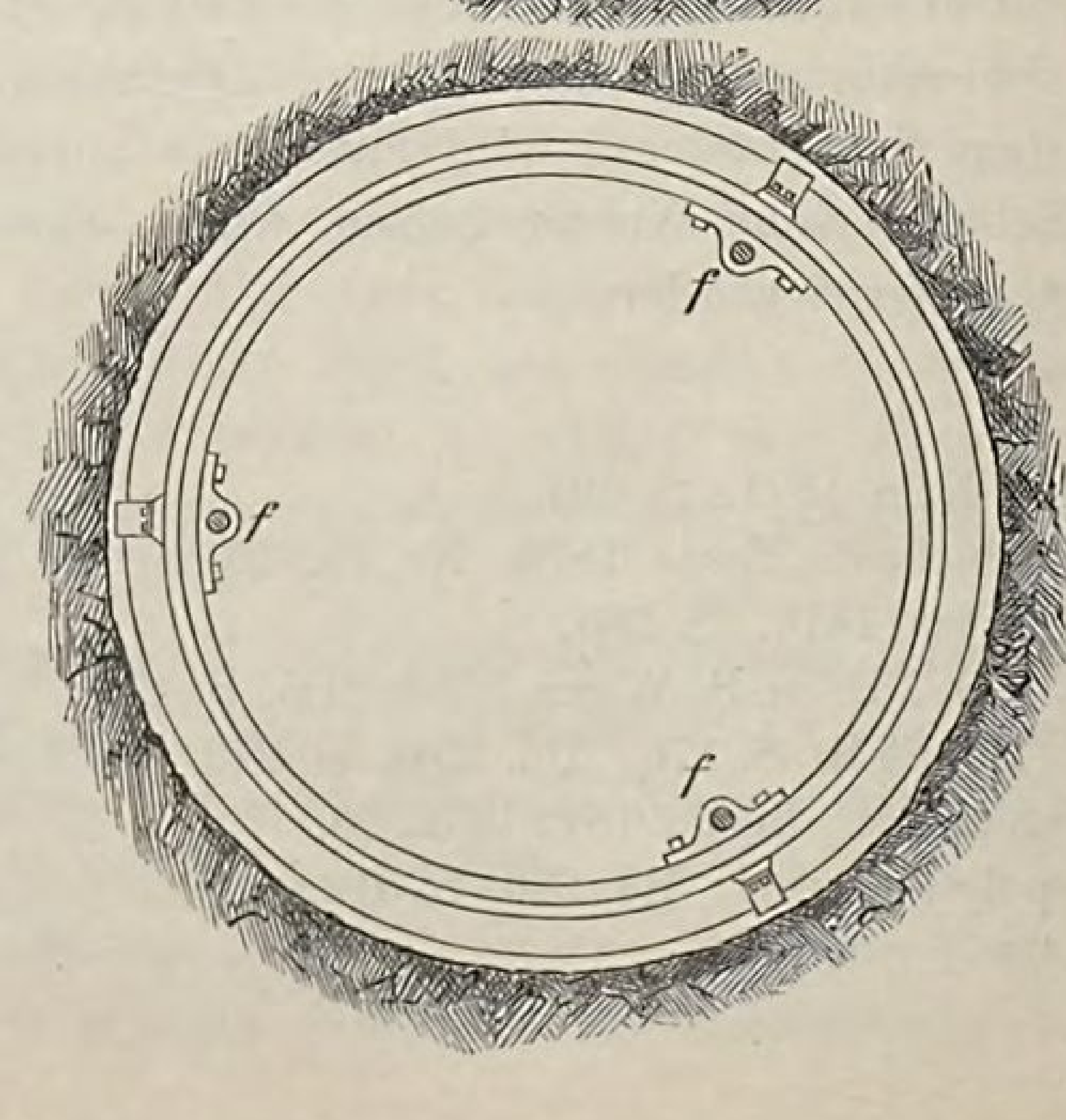


Fig. 415.

Das Verfahren von Kindermann, weite fahrbare Schürf- und Wetterbohrlöcher herzustellen, ist bereits oben S. 108 beschrieben[227]).

Bei den Schachtbohrarbeiten von Mulot, welche schon im Jahre 1848 auf der Steinhohlengrube Hénin Liétard im nördlichen Frankreich[228]) ausgeführt wurden, schliesst die Holzcuvelirung aus Holzdauben konisch an das Gebirge an; die Hinterfüllung besteht unten aus Thon, in oberer Höhe aus Sand. Die Ausführung ist misslungen.

E. Senkschächte.

Die Senkschächte dienen zum Durchteufen lockerer und loser, zugleich wasserreicher, sowie eigentlich schwimmender Massen; sie werden immer seiger niedergebracht.

Die Methode unterscheidet sich von der Abtreibezimmerung hinsichtlich der Ausführung dadurch, dass nicht unten, sondern oben die Verlängerung der Auskleidung stattfindet, hinsichtlich des Zweckes, dass neben der Abkleidung des Gebirges gleichzeitig die Absperrung der Wasser erfolgen soll. Während die Kind-Chaudron'schen Bohrschächte mit Bohrlöchern zu vergleichen sind, welche zunächst in standfähigem Gebirge niedergebracht und später mit Unterstützungs- oder Isolirungsröhren versehen werden, gleichen die Senkschächte denjenigen Bohrlöchern, bei welchen das Einbringen der Röhren und das Ausräumen gleichzeitig oder unmittelbar nach einander in kurzen Intervallen erfolgt.

Die grössten und zahlreichsten Ausführungen dieser Art finden sich auf Steinkohlengruben, minder grossartig auf Braunkohlengruben, vereinzelt auch auf Steinsalzgruben, wie bei Erfurt.

Uebrigens ist noch zu unterscheiden, ob das wasserreiche, schwimmende Gebirge unmittelbar unter der Dammerde beginnt, oder ob die schwimmenden Massen in der Tiefe zwischen festem Gestein lagern. Das Letztere ist unter Anderem der Fall bei den torrents in der Gegend von Anzin und im westlichen Belgien, wo sich schwimmende Sandschichten zwischen dem Kreide- und Steinkohlengebirge finden; das Durchsinken solcher Schichten ist sehr schwierig. Zuerst soll der erste Fall, als der allgemeinere, betrachtet werden.

Die Arbeit des Senkens kann geschehen

I. mit Wasserhaltung
 a. durch Pumpen,
 b. durch comprimirte Luft;

II. ohne Wasserhaltung in todten Wassern.

[227]) Huyssen in Karsten und v. Dechen Archiv. 1854. Bd. 26. S. 65. — Beer: Erdbohrkunde. S. 325.

[228]) Dr. Hartmann, allgem. berg- u. hüttenm. Zeitg. Quedlinburg 1862. S. 352.

Wenn Wasserhaltung angewendet wird, so erfolgt das Ausräumen der Massen durch Menschenhand und überhaupt durch Arbeiten auf der Sohle, im anderen Falle werden die Massen ausgebohrt oder vielmehr ausgebaggert mit Sackbohrern und das Sümpfen der Wasser erfolgt erst, wenn festes Gebirge erreicht, beziehungsweise der Abschluss bewirkt ist. Ob man die eine oder andere Methode wählt, ist einigermassen abhängig von der Beschaffenheit der Massen; bei der zweiten Art hat man den Vortheil, dass Gegendruck im Schachte, also grössere, wenn auch nicht absolute, Sicherheit gegen Durchbrüche vorhanden ist, die, wenn sie einmal entstanden, gefährliche Auskesselungen bis zu Tage veranlassen können, dagegen bietet diese Methode grosse Schwierigkeiten, wenn grobe Geschiebe vorkommen. Bei ansehnlicher Mächtigkeit der Schichten nimmt die Möglichkeit der Durchbrüche zu, doch hat man dann, wie bei anderen Schwierigkeiten, die Möglichkeit, aus der zweiten Methode in die erste überzugehen, wobei höchstens Zeitverlust eintritt; nicht aber kann man umgekehrt aus der ersten in die zweite Methode übergehen. Daher wird man bei grossen Tiefen und ausserdem bei sehr schwimmenden Massen, sowie bei solchen von nicht zu grobem Korn die zweite Methode, bei geringerer Mächtigkeit und dem Vorkommen vieler Geschiebe die erste Methode wählen, welche das Anbringen einer Vertäfelung auf der Sohle bedingt, die bei sehr schwimmenden Massen schwierig herzustellen ist, obwohl dies bei dem Verfahren von Guibal erreicht ist, welches indess nur locale Bedeutung hat.

Als Material zum Ausbau dient Mauerung, Gusseisen, selten Schmiedeeisen, auch Holz und zwar fassartig oder auch jochartig zusammengesetzt.

Die Stärke des Ausbaues muss grösser sein, als bei Cuvelagen, da nicht nur das Wasser abgesperrt, sondern auch dem Gebirgsdruck Widerstand geleistet werden soll; dieser Druck ist am bedeutendsten bei ganz homogenen schwimmenden Massen (fluides imparfaits), die gleichsam Flüssigkeiten von grösserer Dichtigkeit als Wasser darstellen.

Die einzusenkenden Massen müssen unter allen Umständen eine glatte Aussenfläche haben, damit sie leicht sinken. Auch wenn dieser Vorschrift genügt wird, kann man bei ansehnlicher Mächtigkeit der Schichten oft nicht mit einem Satz durchkommen, so dass man einen zweiten, selbst dritten Senkschacht von engeren Dimensionen einschieben muss, wobei man mit dem Material wechseln kann, wie z. B. auf der Steinkohlengrube Rheinpreussen bei Ruhrort. Da in solchen Fällen wohl immer Ausräumen unter Wasser stattfindet, so hat man vollständige Analogie mit verrohrten Bohrlöchern und auch, wie bei diesen, die beiden Fälle, dass der zweite Senkschacht ganz durch den ersten reicht oder nur in dessen unteren Theil hineinragt, wo dann selbstredend eine Verdichtung des Zwischenraums eintreten muss. Hierauf hat man natürlich von vorn herein bei Bestimmung der Dimensionen Rüchsicht zu nehmen.

Die geeignetste Form ist die runde, welche auch am besten zum Sackbohren passt; nur bei Mauern kommt die mit vier Bogen als Abweichung vor, welche aber nur für geringe Tiefen geeignet ist. Bei jochartiger oder ganzer Schrotzimmerung ist das regelmässige Polygon zu wählen, wie zu Mons oder nach der Guibal'schen Methode geschieht; äusserst selten und ganz local findet sich die rechteckige oder quadratische Form.

Das Sinken der Schachtbekleidung geschieht unter beständiger Wegförderung oder Ausräumung der abgeschnittenen Massen durch das eigene Gewicht derselben bei Mauern und Gusseisen, durch Belastung, indem man die Mauer höher aufführt, sie also schwerer macht, oder indem man sie oder das Eisen mit anderen Massen z. B. Roheisenmassen beschwert, durch Pressen mit Druckschrauben oder anderen ähnlichen Vorrichtungen, was man aber bei Mauern niemals anwenden darf, durch hydraulische Pressen, welche man gleichfalls nicht auf Mauern wirken lassen darf, durch Rammen, selten und nur bei geringem Durchmesser angewendet, so zu Chalonnes im Departement Maine et Loire. Zuweilen lässt sich das stockende Sinken wieder in Gang bringen, wenn man um den oberen Schachttheil im bereits abgetrockneten Gebirge mit Abtreibezimmerung niedergeht und dadurch einen Theil der Reibung beseitigt, wie es auf der Zeche Hansa bei Dortmund geschehen ist[229]).

Von Wichtigkeit ist der Abschluss am Fuss des Senkschachtes. Am günstigsten dafür ist söhlige Begränzung und darunter das Vorhandensein weicher thoniger Massen, am schwierigsten ist er bei geneigter Begränzung und festem Gestein zu erreichen. Bei solchen Anschlüssen ist mehrfach comprimirte Luft als Mittel zum Zurückdrängen der Wasser bis zur Erreichung eines wasserdichten Abschlusses angewendet worden, doch hat dies seine Gränzen. Ausserdem finden sich mancherlei andere Mittel.

Einrichtungen über Tage. Zunächst erfolgt gewöhnliches Abteufen durch die Dammerde und bedeckenden Schichten bis zu den lockeren Massen, beziehungsweise in diese hinein bis zum Wasserspiegel; wenn es möglich ist, so trocknet man vorher die oberen Schichten durch herangeholte Röschen ab, auch beginnt man gern, wenn es irgend angeht, das Abteufen in trockenen Jahreszeiten. Durch einen solchen kurzen Schacht gewinnt man die geeignete Stelle zum Aufbau eines Theils des Senkschachtes; auch würde man die Dammerde gar nicht anders durchteufen können.

Vor Beginn der Arbeit muss eine feste Hängebank hergestellt werden, um die Förderungseinrichtungen darauf zu stellen und dieselben bei etwa eintretenden Auskesselungen vollkommen zu sichern. In West-

[229]) v. Dobeneck in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 7B. S. 194.

falen legt man hierzu vielfach nur starke und lange Rüstbäume[230]) und stellt darauf das Schachtgerüst; in anderen Fällen, namentlich um Vorrichtungen zur provisorischen Wasserhaltung und etwaigen Sümpfung bei nicht völligem Abschluss und zur Beseitigung von Durchbrüchen aufstellen zu können, bringt man Sprengwerke an. Immer müssen dergleichen Holzconstructionen möglichst weit auf das Terrain hinausreichen und von Auskesselungen unabhängig sein. Eben so müssen die anzuwendenden Maschinen seitwärts gestellt werden; die Uebertragung der Bewegung auf die Pumpen erfolgt durch Feldgestänge und Kunstkreuze. Zur Wasserhaltung werden hängende Pumpen angewendet, welche ihre Unterstützung gleichfalls unabhängig von dem am Schachte zunächst gelegenen Terrain finden müssen, das Verfahren auf der Grube Rhein-Ruhr bei Ruhrort, wo man eine direct wirkende Dampfmaschine auf einem Gerüst über den Schacht zur Wasserhaltung aufstellte, ist nicht zu empfehlen.

Geht man mit dem Senken als Vorgesümpfe eines Schachts, der sich durch Abtreiben nicht beendigen lässt, nieder, so sind entsprechende Einrichtungen über Tage ohnehin bereits vorhanden.

I. Senkmauerung.[231])

Die Mauerung kommt als eigentlicher Senkschacht sowohl mit, wie ohne Wasserhaltung vor, wobei die Construction der Mauer zunächst dieselbe bleibt; leichte Modificationen treten bei geringerer Mächtigkeit der Schichten ein, das Folgende gilt für grössere Mächtigkeiten.

Vortheilhaft bei der Senkmauerung ist das grosse Gewicht, welches das Sinken erleichtert; nachtheilig die ansehnliche Dicke. Bei Bestimmung der Dimensionen ist die etwaige Anbringung von Futtermauern zu berücksichtigen.

Die Form wird bei grösserer Tiefe immer rund genommen, bei geringerer wählt man wohl ausnahmsweise vier Bogen.

Zur Unterstützung der Mauer und zum Eindringen in das Gebirge dient der Rost. Derselbe wurde früher aus Bohlenlagen gebildet und nur mit einem schneidenden Schuh aus Eisenblech versehen, jetzt wendet man einen gusseisernen Schuh an, wodurch ein Theil der Bohlenlagen entbehrlich wird. Bei der Zusammensetzung ist zu beachten, dass man den Rost

[230]) Ulrich die Schachtbohrarbeiten auf dem Salzbergwerke zu Erfurt, in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 6B. S. 176.

[231]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 3B. S. 228, auf der Braunkohlengrube Agnes Ludowike bei Hornhausen; ebenda Bd. 6B. S. 174, auf dem Steinsalzbergw. zu Erfurt; ebenda Bd. 7B. S. 194, auf Zeche Hansa bei Dortmund; ebenda Bd. 8B. S. 24, auf den Braunkohlengruben in der Provinz Sachsen; ebenda Bd. 24B. S. 46, bei einer Brunnenanlage im Felde der Königsgrube in Oberschlesien. — Jahrb. d. schles. Vereins f. B.- u. H.-Wesen 1859. S. 370, auf der Braunkohlengr. cons. Beust bei Grünberg. — Ponson I. S. 482.

später, wenn es wegen der Festigkeit des Gebirges überhaupt angeht, von unten stückweise fortnehmen kann. Bei der alten Construction hat man nicht leicht Bohlen unter 10 Centimeter Dicke, oft 5 Lagen über einander; die Bohlen werden der Form des Schachtes angepasst und die einzelnen Stücke der Ringe entweder mit alternirenden Stossfugen oder besser wegen des späteren Wegnehmens treppenartig übergreifend auf einander gelegt. Auf der Steinkohlengrube ver. Westfalia bei Dortmund gab man dem Rost bei 10 Meter Tiefe der zu durchsinkenden Schichten 6,0 Meter inneren, 7,5 Meter äusseren Durchmesser, 5 Bohlenlagen, jede zu 10 Centimeter Stärke, jedem Ringe 8 Segmente und brachte 4 Anker von 33 Millimeter Stärke zum Zusammenhalten der Lagen an; als Material wählte man Buchenholz. Die Holzlagen werden durch grosse Nägel oder Holzdübbel mit einander verbunden, ausserdem durch Schraubenbolzen, deren Köpfe oben versenkt sind und deren Muttern nach Unten sehen; die höchste Bohlenlage springt nach Innen zurück. Der Schuh, welcher aus Schmiedeeisen oder Stahl besteht und bestimmt ist, in das Gebirge einzuschneiden, ist 16 bis 24 Centimeter hoch, steht 8 bis 13 Centimeter vor dem Bohlenrost vor und ist mit Versenknägeln oder Schraubenbolzen an die äussere Wandung des Rostes befestigt, die Bleche sind 10 bis 20 Millimeter dick und unten messerartig zugeschärft.

Bei den neueren Formen mit gusseisernen Schuhen bestehen dieselben aus Segmenten, welche an einander geschraubt werden und an ihren Enden daher entsprechende Flantschen haben müssen, zwischen denen man wohl noch ein Dichtungsmittel anbringt, wie z. B. in Erfurt 13 Millimeter starke Brettchen aus trockenem Eichenholz; im Innern hat man ausserdem noch Tragerippen. In Erfurt hatte man bei 8,788 Meter äusserem Durchmesser 12 Segmente, jedes mit drei inneren Tragerippen, auf Hansa 10 Segmente mit 2 inneren Tragerippen von 20 Millimeter Stärke, während die Wandung des Schuhes 33 Millimeter dick war. Man wendet entweder offene oder geschlossene Schuhe an, welche letztere gleichsam die Fortsetzung der Schrägung des Rostes mit Brettern bilden. Die Schliessung erfolgt entweder beim Guss, was kostspielig und für die Zusammensetzung schwierig ist, da man Oeffnungen lassen muss, um die Schrauben anziehen zu können, oder durch vorgesetzte und durch Vaterschrauben in den Rippen, beziehungsweise durch vorgelegte Eisenringe gehaltene Brettchen, deren Breite nicht grösser sein darf, als der Krümmung entsprechend ist. Die Form des Schuhes richtet sich nach der grösseren oder geringeren Flüssigkeit des Gebirges; am meisten Widerstand gegen das Sinken ist vorhanden, wenn der Schuh vorn nicht geschlossen ist, weshalb man besser immer einen geschlossenen Schuh anwendet, wobei der Winkel der Schneide oder der Abschrägung 40, 45 bis 50 Grad je nach den Umständen beträgt. Auf der Zeche deutscher Kaiser in Westfalen war der Senkschacht von 4,710 Meter äusserem Durchmesser wegen Bruchs des aus 12 Segmenten bestehenden gusseisernen Schuhes nicht weiter nieder zu bringen, so dass man einen

zweiten Senkschacht einbringen musste. Diesem gab man einen Schuh von 4,080 Meter inneren Durchmesser, aus einem Stück (0,365 Meter hoch, 0,020 Meter stark) gegossen, welches mit einem schmiedeeisernen Bande von 0,182 Meter Höhe und 0,020 Meter Stärke umgürtet ist[232]).

Das Legen und Orientiren des Rostes erfolgt genau nach dem Loth und der Waage, um das Sinken der Mauerung durchaus in der verticalen Richtung zu bewerkstelligen.

Von dem Roste aus gehen Ankerstangen durch das Mauerwerk und werden mit dessen Aufmauerung nach Oben nachgeführt, um die Mauer mit dem Roste fest zu verbinden. Zu Erfurt hatten die Ankerstangen 39 Millimeter, auf Westfalia 33 Millimeter im Quadrat, auf Hansa waren sie rund und 52 Millimeter stark; mindestens für jedes Segment ist ein Anker vorhanden, welcher auf der unteren Seite des Rostes mit Schraubenmutter festgezogen wird, oberhalb des Rostes ist ein Bund oder eine Wulst angebracht, auch finden sich wohl Unterlagsplatten für den Anker, wie auf der Zeche Hansa gusseiserne Platten von 39 Centimeter Länge, 31 Centimeter Breite, 39 Millimeter Dicke. Innerhalb der Mauer sind in Entfernungen, welche der Länge der äusseren Verschalungsbretter, beziehungsweise der Länge der einzelnen Ankerstangen entsprechen, horizontale Verankerungen angebracht, welche von einem verticalen Anker zum anderen reichen, und auf Gussplatten ruhen; auf Hansa hatte man 39 Centimeter lange, 31 Centimeter breite, 39 Millimeter starke Platten und als Horizontalanker 52 Millimeter breites, 20 Millimeter starkes Flacheisen. Die verticalen Anker werden wie Bohrstangen verlängert.

Zur Aufmauerung verwendet man zweckmässig Cement; zu Erfurt nahm man 1 Theil Portlandcement, 3 Theile Sand, welche erst trocken innig vermengt und dann mit Wasserzusatz versehen wurden.

Die Stärke der Mauer wurde zu Erfurt bei 8,788 bis 9,416 Meter äusserem Durchmesser und 15,248 Meter Tiefe des Senkschachtes $2^1/_2$ Steine zu je 27 Centimeter, also etwa 73 Centimeter genommen, auf Hansa gleichfalls $2^1/_2$ Steine bei 16,320 Meter Tiefe, auf Westfalia bei 9,938 Meter Tiefe und 7,533 Meter Durchmesser 78 Centimeter. Nach Oben erhält die Mauer wohl eine Verjüngung, weil dadurch das Sinken erleichtert wird, doch ist dies nur bei starken Mauern ausführbar, auch muss man dabei auf die Tiefe Rücksicht nehmen, um die Mauer oben nicht zu schwach zu machen. In Westfalen verjüngt man 38 Millimeter auf 1 Meter Höhe, in Erfurt 87 Millimeter auf 1 Meter Höhe, auf Hansa hatte man überhaupt 26 Centimeter auf 16,320 Meter Höhe.

Am äusseren Umfang der Mauer bringt man eine Verschalung, in der Regel ans 26 Millimeter starken Brettern von Nadelholz an, welche einen doppelten Zweck hat: sie dient als Lehre, namentlich in Bezug auf die Verjüngung, welcher Zweck früher allerdings nicht immer beabsichtigt

[232]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 23B. S. 97.

wurde, hauptsächlich verhindert sie die directe Berührung der Mauer mit dem Gebirge und dadurch das Hängenbleiben einzelner Theile der Mauer und vermindert zugleich die Reibung, erleichtert also das Sinken. Die Verschalung wird unten an den Rost genagelt, ausserdem werden von Zeit zu Zeit Holzkränze an der äusseren Wandung eingemauert, an welche die Verschalungsbretter angenagelt werden, und welche das Maass der Verjüngung geben, daher vor den betreffenden Steinlagen eingelegt werden müssen; in Erfurt machte man diese Kränze aus 144 Millimeter breiten, 52 Millimeter dicken Segmenten, welche 157 Millimeter hoch über einander geblattet und verdübbelt wurden, auf Hansa hatte der Holzring eine Stärke von 78 Millimeter im Quadrat. Früher wurde die Verschalung aussen von 1,883 zu 1,883 Meter mit Eisenreifen gebunden, die Bretter in einander gefalzt oder genutet und gefedert oder schräg auf einander gesetzt, was nicht so gut ist, als das Annageln am Holzringe, auch den Zweck, die Verschalung als Lehre dienen zu lassen, nicht erfüllen kann. Auf der fiskalischen Braunkohlengrube bei Löderburg in der Provinz Sachsen ist der Senkmauer ein schmiedeeiserner Mantel gegeben worden. Derselbe ist aus 5 Millimeter starken Platten 9,5 Meter hoch ausgeführt und auf den hölzernen mit eisernem Schuh versehenen Rost aufgestellt. Die Platten werden stumpf an einander gestossen und an den horizontalen Fugen mittelst eines innern Ringes, an den verticalen mittelst von aussen angelegter Flacheisenstäbe verbunden; die sämmtlichen Nietköpfe werden an der Aussenseite versenkt. Hierdurch soll das Hängenbleiben in dem schwimmenden Gebirge verhütet werden[233]).

Für die Anbringung von Gezimmern Behufs Fahrung, Wasserhaltung u. s. w. werden entweder auch nach Innen Holzkränze eingemauert, wie zu Erfurt aus Eichenholz in 3 Lagen von 157 Millimeter Breite, 52 Millimeter Dicke, oder die gewöhnliche Zimmerung wird direct in die Mauer verlagert, die erstere Methode ist beim Sackbohren stets zu wählen, weil die andere das Bohren verhindern würde, sie ist auch wohl im Allgemeinen vorzuziehen, weil die Mauerung gleichmässiger belastet wird.

Wasserrohre haben den Zweck, beim Vorkommen thoniger Schichten, oder wenn später der Schuh abschliessend in das Gebirge eindringt, plötzliche Durchbrüche zu verhüten, indem durch sie die Wasser hinter der Mauer in das Innere des Schachtes abgeführt werden; sie liegen für den letzteren Fall nur in der Nähe des Rostes, wo sie indess überflüssig waren, sonst aber werden sie, wie es auf Hansa geschehen, in verschiedenen Theilen der Höhe eingelegt. Sie werden oft fortgelassen und müssen fehlen, wenn noch ein zweiter Senkschacht durch den ersten geführt werden soll, weil derselbe an den vorstehenden Rohren hängen bleiben würde. Man wendet gusseiserne, nach vorn wenig geneigte quer durch die Mauer

[233]) Ebenda. Bd. 23B. S. 97.

gehende Röhren an, welche hinten mit der Mauer abschneiden und hier mit einem Drahtnetz versehen sind, um das Gebirge vor dem Eindringen abzuhalten; vorn werden sie durch einen Pflock verschlossen.

Das Senken, welches bei Anwendung von Wasserhaltung oder ohne Wasserhaltung an sich gleich verläuft, ist noch dadurch verschieden, ob man die Mauer sich selbst überlässt oder die Bewegung regulirt; im letzteren Falle sind die Anker oben zu Schraubenspindeln angeschnitten, wobei grosse Aufmerksamkeit nöthig ist, damit das Gewicht gleichmässig an den Spindeln hängt.

Mit Anwendung von Wasserhaltung muss man beim Wegräumen der Massen von der Mitte aus nach den Seiten arbeiten und schliesslich den Rost unterschrämen; dabei muss man beständige Sorgfalt auf das lothrechte Niedergehen richten. Wenn sich die Mauer neigt, muss man an der hängenbleibenden Stelle mehr Masse wegnehmen; als letztes Mittel, wenn das Hängenbleiben bedeutend wird und die Mauer zu reissen droht, dient, die Wasser um den Schacht an der betreffenden Stelle ausgiessen zu lassen, wodurch freilich das Gebirge sehr zerrüttet wird und Auskesselungen eintreten. Die Pumpen müssen möglichst leicht genommen werden, weshalb man in Westfalen mit Vortheil Zinkblech verwendet; sie hängen hauptsächlich an dem Gerüste über Tage und haben nur Lehren in der Mauer. Das Saugewerk befindet sich mindestens 31 Centimeter von der Sohle, weil es sich sonst leicht verstopft, auch durch das Ansaugen des Gebirges aus den Stössen schädlich wirkt.

In todten Wassern ohne Wasserhaltung bezweckt man gleichzeitig Abschneiden und Auslöffeln des Gebirges; das Letztere geschieht durch drehend gehandhabte Sackbohrer, welche man mit Ausnahme der Grube Rheinpreussen am linken Rheinufer bei Ruhrort bis jetzt immer durch Menschenhand in Bewegung setzte. Man hat zweiflügelige und einflügelige Sackbohrer. Die einflügeligen Bohrer, gewissermassen einen halben zweiflügeligen darstellend, sind wohl angewendet, wenn man fürchtete, dass bei grossem Durchmesser die anderen zu viel Kraft erfordern würden; dann wendet man immer eine grössere Zahl Bohrer zugleich an, wobei der Vortheil gegeben ist, einer ungleichmässig sinkenden Mauer besser zu Hilfe kommen zu können. In der Regel, auch auf Rheinpreussen, benutzt man zweiflügelige Sackbohrer, welche im Allgemeinen aus einer mittleren unten zugespitzten Hauptstange bestehen, mit dieser in Verbindung steht ein Gerippe von Eisenstangen, in dessen unteren Theil unmittelbar schneidende Messer eingesetzt und die Säcke befestigt sind[234]), oder an denen besondere schneidende Rahmen angebracht sind, die auch die Säcke aufnehmen[235]); die Bodenschneiden sind etwa 20 Grad von der Peripherie nach dem Centrum geneigt. Die Säcke müssen dem Charakter

234) Zeitschr. f. B.-, H-. u. S.-Wesen. Bd. 3B. S. 228. 236.

235) Ebenda. Bd. 6B. S. 182.

des Gebirges entsprechen, jedenfalls aber das Wasser durchlassen: auf Agnes Ludowike hatte man erst gezwirnte Leinwand, dann dieselbe auf der unteren Fläche mit Leder benäht, dann Kaffeesäcke ebenso mit Leder, auf der Grube Anna Kaffeesäcke nur mit Lederriemen benäht, zu Erfurt, wo Kaffeesäcke nicht hielten, Rindleder, welches oben am hinteren Ende mit einem Drahtnetz versehen war, zu Strepy-Braqueynies[236]) Gefässe von Eisenblech, welche zugleich um eine drehbare Achse beweglich sind, was indess nicht zu empfehlen ist. Zur Befestigung sind die Säcke an der Mündung mit einem Rande von Eisenblech versehen, an dem sich abwechselnd Haken und Oesen befinden, die Haken greifen in Oesen, die Oesen in Haken an dem Rahmen des eigentlichen Bohrapparats und werden durch einen dünnen eisernen Vorstecker gehalten.

Das Gestänge war auf Agnes Ludowike ein eisernes, 52 Millimeter stark, mit Verzahnung und übergeschobener Muffe von 13 Millimeter Stärke, auf Anna 78 Millimeter, zu Erfurt 52 Millimeter im Quadrat; zu Strepy-Braqueynies hatte man ein hölzernes Gestänge, welches nicht empfohlen werden kann.

Zum Vorräumen hatte man auf Agnes Ludowike ausserhalb bewegliche Messer, oder, wie auf Anna, statt dessen besondere Erweiterungsbohrer mit nach unten gekrümmten Hakenschneiden, welche, wenn sie wirken sollen, durch ein Seil von Tage aus angezogen werden; ein ähnliches Instrument benutzte man zu Strepy, um noch in das thonige Gebirge einzuschneiden. Zu Erfurt hatte man Behufs Auflockerung festerer Bänke statt der Rahmen mit Säcken Rührer, mit Spiessen und Schaufeln versehen, in Anwendung, auch hat man daselbst eine feste Schicht von Schwefelkies mit von Oben gehandhabten langen Stangen, welche vorn eine Spitze trugen, durchstossen. Bei Senkarbeiten am Rhein hatte man noch besondere Klauen zum Hervorziehen von Geschieben angebracht.

Zur Ausführung der Bohrarbeit ist eine Bohrbühne vorhanden, welche entweder fest im Bohrschachte, wie auf Anna, oder auf der Mauer, wie auf Agnes Ludowike und zu Erfurt, oder auch wohl selbst innerhalb der Mauer in der Nähe des Wasserspiegels, wie später zu Erfurt, ihre Stelle erhält. In der Bohrbühne befinden sich Klappen zum Durchlassen des Bohrers. Zuweilen sind auch Leitungen am Bohrgestänge angebracht, was aber ganz überflüssig ist.

Das Bohren erfolgt, indem sich kreuzende Hebel am besten mittelst des früher erwähnten doppelten Hakens oder auch durch Anschrauben befestigt werden. An die Hebel treten die Arbeiter, um das Drehen zu bewirken; damit aber die Last des Bohrers und des Gestänges getragen wird und man nicht tiefer als nöthig in das Gebirge einschneidet, hängt der ganze Apparat an einem Seil, welches über einen Kabel oder Haspel geführt ist.

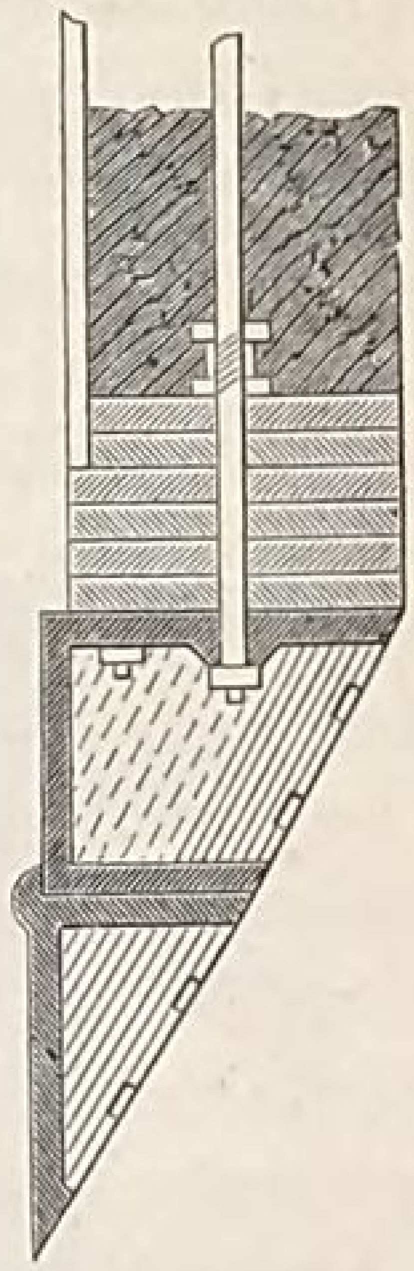
[236]) Ponson t. I. p. 517.

Wohl die grösste Ausführung dieser Art hat auf der Steinkohlengrube Rheinpreussen bei Ruhrort[237]) stattgefunden, welche auch dadurch ausgezeichnet ist, dass hier zum ersten Male zwei Senkmauern in einander eingesenkt sind, denen noch zwei gusseiserne Schächte gefolgt sind. Die erste Mauer ist 23,225 Meter tief und hat 7,768 Meter inneren, 9,311 Meter äusseren Durchmesser, die zweite bei einer Tiefe von 76,893 Meter einen inneren Durchmesser von 4,708 Meter, einen äusseren von 6,434 Meter; der erste gusseiserne Schacht, im Lichten 4,289 Meter weit, stand am Ende des Jahres 1861 in einer Tiefe von 95,672 Meter, worauf man einen zweiten neuen eisernen Senkschacht einbrachte. Im September 1873 erreichte man die Tiefe von 126,20 Meter im festen Gestein, hatte aber noch mit so vielen Schwierigkeiten zu kämpfen, dass in diesem ersten Schachte die Arbeiten erst im Jahre 1877 vollendet wurden. Der Sackbohrer hatte ursprünglich eine Weite von 4,603 Meter, die Bohrstange eine Stärke von 111 Millimeter und wird durch eine 18 Pferdekräfte starke Maschine bewegt. Der Rost der ersten Mauer besteht aus 6 Ringen 105 Millimeter starker Buchenbohlen und einem gusseisernen aus 16 Segmenten von 33 Millimeter Stärke zusammengesetzten Schuh von 55 Centimeter Höhe und 44 Centimeter oberer Breite, die Bohlen springen treppenförmig je etwa 65 Millimeter vor, so dass der Fuss für die Mauer oben 84 Centimeter beträgt; zwischen die Bohlenlagen ist eine Schicht von getheertem Pappendeckel gelegt; vorn ist der Schuh durch Bretter, welche durch eiserne Ringe festgehalten werden, geschlossen. Die Mauer erhielt eine Verjüngung von 13 Millimeter, d. h. 6 Millimeter zu jeder Seite auf je 3,139 Meter Höhe. Die 43 Millimeter starken Anker werden in 105 Millimeter hohen Schraubenmuttern mit gusseisernen Deck- und Unterlagsplatten gehalten. Zum Aufräumen benutzte man 4 einflügelige Sackbohrer. — Als man das Sinken der ersten Mauer nicht weiter fördern konnte, und man vergeblich versucht hatte, mit gusseisernen Segmenten durchzukommen, brachte man die zweite Senkmauer ein. Der Schuh derselben von 1,726 Meter Höhe und 0,902 Meter oberer Breite besteht aus 2 achttheiligen Segmentringen von 52 Millimeter Wandstärke, deren Fugen alterniren und mit 13 Millimeter starken Weidenbrettchen verdichtet sind. Der untere Ring ist mit 105 Millimeter dicken Buchenbohlenstücken ausgefüllt, der obere auf 21 Centimeter Tiefe ebenso und im Uebrigen ausgemauert; darüber finden sich 8 Ringe von Buchenholz, jeder 105 Millimeter stark, Fig. 416. Die Verjüngung der Mauer beträgt auf je 3,139 Meter Höhe 26 Millimeter. Die verticalen Anker haben eine Stärke von 42 Millimeter; die horizon-

[237]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10A. S. 81. — Ebenda Bd. 11B. S. 43. — Ebenda Bd. 17B. S. 88. 385. — Ebenda Bd. 20B. S. 95; John Haniel in Bd. 23B. S. 236; Bd. 26B. S. 372; Bd. 27B. S. 1. — Der Berggeist. Köln 1869. S. 294. — Glückauf. Essen 1869. No. 38. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1871. S. 207.

talen Anker bestehen aus Flacheisen, die Bohrbühne lag innerhalb der ersten Senkmauer und war mit einer Abfangscheere versehen, was bei der Länge des Gestänges für dessen Einlassen und Herausfördern nothwendig war. Die zweite Mauer wurde innerhalb einer aus vier 8,788 Meter langen Stangenpaaren von Tannenholz bestehenden Leitung gesenkt, welche an der Bohrbühne mittelst Rundeisen aufgehängt sind, sie sind an der inneren Seite mit Eisenblech beschlagen und werden entsprechend der Mauerverjüngung durch von Aussen eingebrachte Keile nachgetrieben. Als Motor zum Drehen diente eine 18 Pferde kräftige 0,366 Meter im Cylinder weite Hochdruckmaschine mit solchen Transmissionen, dass auf eine Umdrehung des Bohrers innerhalb $^3/_4$ Minuten etwa 70 Kolbenspiele kommen. Zum Einhängen und Aufholen des Gestänges benutzte man eine andere, früher zur Wasserhaltung bestimmte Dampfmaschine von 140 Pferdekräften und 1,046 Meter Cylinderdurchmesser mit einem konischen Seilkorbe von 1,517 Meter mittlerem Durchmesser und 92 Millimeter dickem eisernen Kabeldrahtseil versehen. Die Transmission der Bohrmaschine erfolgte zunächst auf eine Riemschiebe, an deren Welle ein konisches Getriebe a, Fig. 417, sich befindet; dasselbe greift in ein horizontales Getriebe b, von welchem aus durch die Welle c und das Getrieberad d die drehende Bewegung auf das Kopfstück des Bohrgestänges übertragen wird; das Kopfstück ist in 2 Lagern e f drehbar, welche auf Rollen ruhen und beim Einhängen und Aufholen des Gestänges ganz bei Seite geschoben werden können. Zum Halten des Bohrapparats während der Arbeit ist im Schachtgebäude ein starker Kabel aufgestellt. Das Gestänge bestand aus Quadrateisen mit abgestumpften Kanten, Anfangs 105 Millimeter, später 118 Millimeter stark; die einzelnen Stangen sind 14,646 Meter lang, 1575 bis 1725 Kilogramm schwer, ausserdem hatte man Aufsatzstangen von 6,277, 4,185 und 2,092 Meter Länge; zur Verbindung dienten prismatische Zapfen, welche in entsprechende Muffen passten und mit Schliess- und Splintkeilen befestigt wurden; jede Stange hatte oben und unten und ausserdem noch 3 auf die Länge vertheilte Bunde. Man benutzte einen zweiflügeligen Sackbohrer von 4,603 Meter Durchmesser, dessen Säcke oben aus bester Segelleinwand, unten aus Wildleder bestanden und mit Riemen aus Wildleder besetzt waren; die Befestigung am oberen Rande erfolgte durch Haken und Oesen, am unteren durch aufgelegte Flacheisen und durchgesteckte Schraubenbolzen.

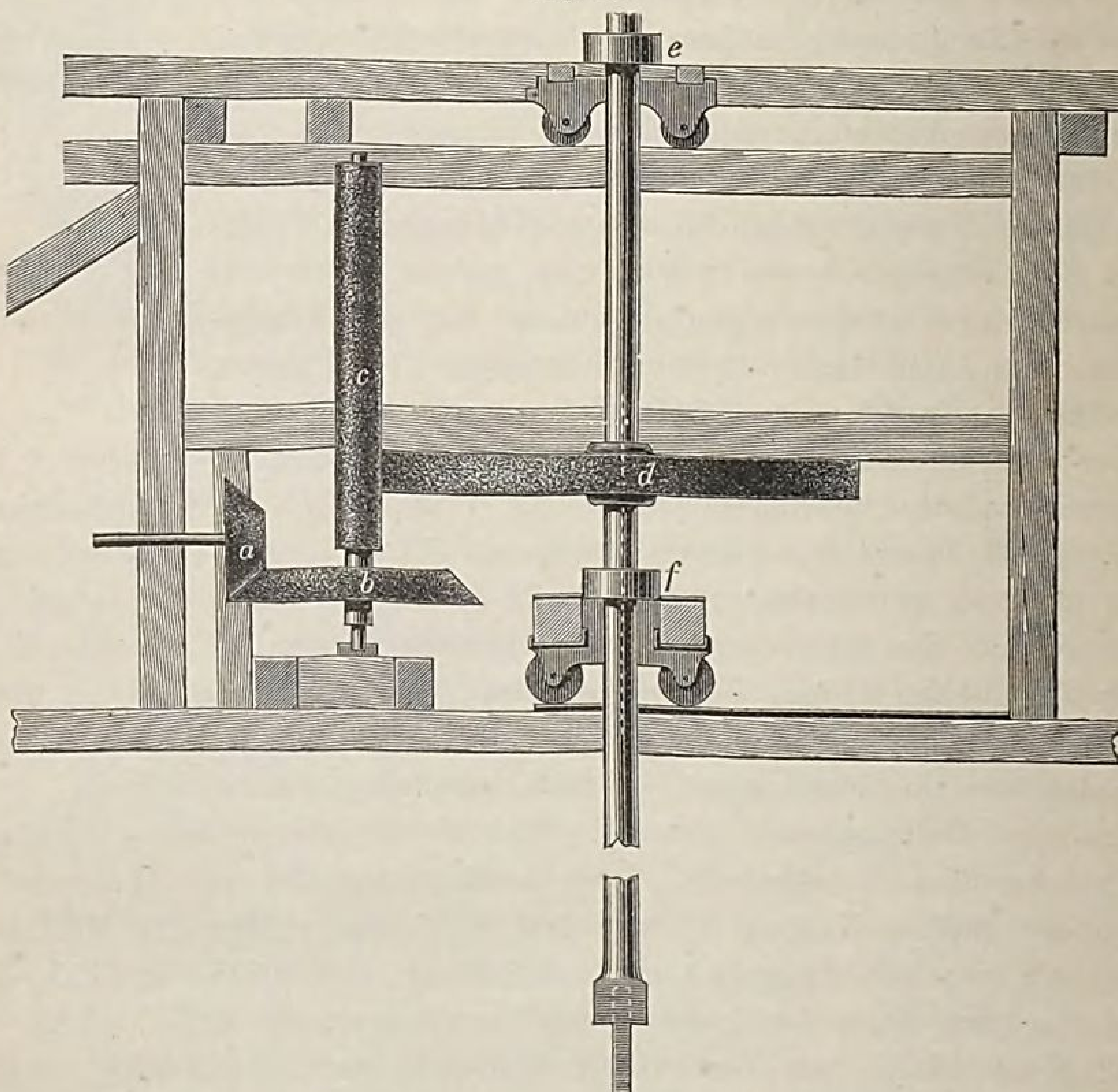
Fig. 416.



Beim Bohren erhielt man dauernd den natürlichen Wasserspiegel, nöthigenfalls durch Zuführen von Wasser, um das Gebirge in keiner Weise in Bewegung zu bringen, was bis 75,325 Meter Tiefe gelang, wo ein weiteres Sinken des Schachtes nicht zu erreichen war. Man legte 8 Schrauben-

pressen, welche gegen die Bohrbühne gestemmt wurden, an, man benutzte eine hydraulische Presse mit zwei diametral gestellten Cylindern, aber vergeblich. Man versuchte demnächst die Wasser zu sümpfen, was Durchbrüche des Gebirges zur Folge hatte, weshalb man den Schacht 12,554 Meter hoch mit Sand und Lehm füllte und nun mit einem gusseisernen Schachte von Neuem vorging. Derselbe bestand aus Ringen, welche aus 8 Segmenten zusammengesetzt waren, von 0,942 Meter Höhe, 4,289 Meter in-

Fig. 417.



nerem, 4,551 Meter äusserem Durchmesser, so dass zwischen ihm und der zweiten Mauer ein Spielraum von 78 Millimeter verblieb. Die Schachtringe wurden auf einen 55 Centimeter hohen gusseisernen Schuh gesetzt, dessen Segmente 7 Rippen und 2 Endflantschen besitzen, und welcher 39 Millimeter nach Aussen vor den übrigen Ringen vorspringt. Die Segmente der Ringe erhielten eine horizontale und 3 verticale Verstärkungsrippen; die Wandstärke der unteren Ringe und des Schuhes betrug 52 Millimeter und verminderte sich nach Oben auf 39 Millimeter. Die Dichtung der horizontalen und verticalen Fugen erfolgte durch Zwischenlegen von 13 Millimeter starken Brettstückchen aus Weidenholz, welche verkeilt wurden, zu welchem Zweck die Segmente an den Rändern mit entsprechen-

den Vorsprüngen versehen waren. Bei dem Aufbau des Senkschachtes liess man die früher gesümpften Wasser allmälig wieder aufgehen und schaffte die eingefüllten Massen durch den Sackbohrer wieder fort, wodurch man das Sinken des Schachtes bewirkte und denselben 3,139 Meter unter den Fuss der zweiten Mauer brachte, wo sich eine festere Gebirgslage dem weitern Sinken entgegensetzte. Um diese zu beseitigen, begann man die Sümpfung von Neuem, bewirkte aber dadurch einen Bruch in der Schachtsohle und eine erneuerte Bewegung des Gebirges, so dass man wieder zum Sackbohren überging und sich dabei leider überzeugen musste, dass der Schuh des eisernen Schachtes gebrochen war, indem man mehrere Segmenttheile zu Tage brachte. Man versuchte zwar ein ferneres Sinken des Schachtes zu bewirken, musste aber davon schliesslich abgehen und beabsichtigte, einen zweiten eisernen Senkschacht einzuhängen.

Die Beseitigung des Bruches veranlasste die grössten Schwierigkeiten, wobei man zeitweise auch comprimirte Luft zum Abdämmen der Wasser anwendete; hiervon ging man aber wieder ab, als die Luftschleuse durch Explosion zerstört worden war. Dennoch war durch diese Arbeiten der Raum so weit frei geworden, den 3,766 Meter im Innern weiten eisernen Senkschacht auf Beton aufbauen zu können; nachdem der Beton durchbohrt war, sank der Schacht, welcher ein Gewicht von 620000 Kilogramm hatte, kam aber wegen noch vorliegender eiserner Theile des alten Schachtes aus dem Loth und musste an eiserne Anker aufgehängt werden, mit welcher Vorsicht man bis zu anscheinend festem Mergel bei 100 Meter gelangte. Bei 106,709 Meter Tiefe fand man aber wiederum schwimmendes Gebirge.

Als deshalb der innere eiserne Senkschacht weiter durch das feste Gebirge in das schwimmende gesenkt werden sollte, riss ein eiserner Anker und der Schacht stürzte 17 Meter tief herab, so dass der Fuss auf 6,277 Meter Höhe zerbrach. Hierdurch war man von Neuem zu sehr schwierigen Aufwältigungsarbeiten gezwungen.

Da der Senkschacht bei der Untersuchung noch grosse Neigung zum weiteren Sinken zeigte, wurde er durch 40 Stück 39 Millimeter starke Ankerschrauben aufgehängt und das Aufräumen begonnen. Erst im November 1868, nachdem man ca. 28000 Kilogramm Eisenbruchstücke zu Tage gebracht hatte, war die Schachtsohle bis 116,125 Meter Tiefe so weit frei von Eisen, dass mit einem kleinen Bohrer vorgebohrt werden konnte, womit man bei 131,818 Meter Tiefe die Oberfläche des Steinkohlengebirges erreichte. Man untersuchte nunmehr den Schacht mit einer 18,831 Meter langen Lehre, wobei man fand, dass der Schacht bis 96,666 Meter Tiefe genau rund und in Ordnung war, von da ab fand man ihn verengt bis zu einer Weite von 3,596 Meter, während weiter unten bereits Stücke aus der Schachtwand ausgebrochen waren. Man senkte nunmehr einen Blechcylinder von 26 Millimeter Wandstärke, 3,570 Meter Weite und 18,831 Meter Höhe mittelst Kabel bis zur Sohle, derselbe sank aber nur, nachdem der untere Holzboden durchschnitten war, bis zu dem bei 121,146 Meter anstehenden

Thonlager. Es wurde nun durch das Thonlager 0,942 Meter tief bis in das feste Gestein vorgebohrt, in demselben auf 4,551 Meter Durchmesser erweitert und der Raum mit Trassmörtel gefüllt, in welchen man den Blechcylinder einzusenken suchte; diese Senkung erfolgte aber nicht, weil sich der Cylinder festgesetzt hatte. Man bohrte daher den Trassmörtel wieder aus, erweiterte auch in dem Thonlager auf 4,551 Meter bis an den Fuss des Blechcylinders und füllte nunmehr den Raum mit Beton aus bestem Material, indem man hoffte in dem Betonkern in einer Weite von 3,609 Meter abteufen zu können, wobei eine Betonwand von 0,471 Meter stehen geblieben wäre, welche voraussichtlich zur Sicherung des Gebirges hingereicht haben würde. Demnächst füllte man den Schacht bis zur Tiefe von 95,410 Meter, d. i. 1,255 Meter höher, als die Verengung begann, mit Beton, was Ende des Jahres 1869 vollendet war. Man glaubte hiernach die Bohrarbeit unter Wasser beendigt zu haben, beseitigte die Bohrvorrichtung deshalb und richtete das Abteufen zur Förderung mit dem Kübel ein. Nach Erhärten des Betons wurde derjenige Theil des 3,766 Meter weiten Senkschachtes, welcher innerhalb des 4,708 Meter weiten stand, beseitigt und ausgefördert, der Raum zwischen beiden Schächten gesichert und demnächst der sehr fest gewordene Beton vorsichtig ausgehauen. Hierbei zeigte sich, dass der 3,766 Meter weite Senkschacht drei grosse Risse hatte, aus welchen der Triebsand mit grosser Gewalt hervorkam. Gleichzeitig mit dem Aushauen des Betons wurde hier ein engerer gusseiserner Cylinder von 3,400 Meter lichtem Durchmesser stückweise eingebaut und der bleibende Zwischenraum mit Cementbeton ausgefüllt. Dieser Cylinder wurde bis zur Oberkante des Blechcylinders fortgesetzt, in wasserdichte Verbindung mit demselben gebracht und durch Verkeilen der Zuflussöffnungen vollständig abgesperrt. Auch bei dem Aushauen des Betons innerhalb des Blechcylinders wurde auch in diesem ein 209 Millimeter starker gusseiserner Cylinder stückweise eingebaut, dessen innerer Durchmesser 3,348 Meter betrug. Diese Arbeit ging ohne Schwierigkeiten gut von Statten, so dass man am 3. Juli 1870 bis zur Tiefe von 119 Meter, also nahe dem Ziele angelangt war, als aus den beiden in einander stehenden und mit Cementmörtel verkitteten Cylindern ein grosses Stück ausbrach und der Schacht in kurzer Zeit 31,385 Meter hoch mit Sand gefüllt wurde. Man musste zur Bohrarbeit zurückkehren. Erst im September 1873 gelang es einen neuen Cylinder von 15,69 Meter Höhe, 2,98 Meter äusserem und 2,68 Meter innerem Durchmesser bis 126,20 Meter Tiefe, und zwar 2 Meter tief in festes Gestein, einzubringen. Der Cylinder bestand aus 20 Stück 0,785 Meter hohen Ringen von 20 Millimeter starkem Kesselblech, welche oben und unten mittelst Winkeleisen von 20 Millimeter Stärke zusammengenietet wurden. Eine Dichtung des Fusses dieses Cylinders gegen das feste Gestein wurde mehrfach versucht, scheiterte aber namentlich wegen der vorliegenden Bruchstücke des früheren, zerrissenen Cylinders; man brachte deshalb auf der Sohle einen Gusscylinder von 2,51 Meter äusserem und 2,25 innerem

Durchmesser und 2,66 Meter Höhe in der Weise an, dass man die Sohle noch 1 Meter tief ausbohrte, dieselbe 2 Meter hoch mit Trassmörtel füllte und in diesen den gusseisernen Dichtungscylinder einpresste. Ausserdem wurde der Cylinder gegen die festen Schachtwände mittelst Beton abgedichtet. Hierauf wurde der ganze Schacht 33 Meter hoch mit Beton gefüllt und nunmehr das Wasser allmälig gesümpft. Die stark beschädigte zweite Senkmauer wurde durch Vorbauen einer Cuvelage von 3,76 Meter Durchmesser und der unter derselben befindliche gusseiserne Schacht durch eine gleiche Cuvelage von 3,45 Meter Durchmesser verstärkt, die Zwischenräume füllte man mit gutem Cementmauerwerk und setzte den ganzen Schacht in Zimmerung. Beim Aushauen des Betonkerns baute man Verstärkungsringe für den eisernen Cylinder ein und gelangte damit bis zur Tiefe von 103 Meter, als der Betonkern an der Oberkante des letzten Cylinders abriss und so heftig nach oben drückte, dass die eingebauten Verstärkungsringe beschädigt wurden. Beim Durchbohren des Betonkerns mittelst 30 Millimeter weiter Bohrlöcher drang flüssiger Bohrschlamm mit Gewalt hervor, woraus man den Schluss zog, dass innerhalb des Cylinders der Beton zwar unbeschädigt, die Dichtung der Cylinderwand gegen den Schachtstoss mittelst des Betoneingusses aber nicht gelungen war. In der Hoffnung, dass durch Abzapfen des Bohrschlamms das Gebirge sich beruhigen würde, setzte man die Durchbrechung des Betonkerns und die Anbringung der Verstärkungsringe fort, bis der Betonkern nur noch eine Stärke von 2,5 Meter hatte. Der Druck wurde aber so stark, dass die sehr kräftigen Verstärkungsringe zerdrückt wurden. Mittlerweile riss auch der Eisenschacht bei 84 Meter auseinander. Man versuchte zwar das abgerissene Stück durch Anker an das fest sitzen gebliebene zu befestigen, aber auch die Anker rissen und das untere Schachtcylinderstück verschob sich um 50 Millimeter seitwärts. Man füllte den Schacht mit Wasser und baute von oben anfangend die Zimmerung bis 84 Meter Tiefe wieder aus. Der Rest der Zimmerung soll durch Bohrarbeit unter Wasser herausgerissen und demnächst ein neuer Eisencylinder auf den untersten im festen Gestein stehenden mit demselben Durchmesser, wie dieser hat, aufgesetzt werden. Es ist auch gelungen, diese Schwierigkeiten nach vielen Mühsalen zu überwinden, so dass am 20. November 1877 nach 20jähriger ausdauernder Arbeit (das Abteufen hatte im Monat Mai 1857 begonnen) die 124,29 Meter mächtige, wasserreiche Rheinsandschicht durchbohrt und der Schacht mit einem lichten Durchmesser von 2,68 Meter, welcher ursprünglich 7,768 Meter betrug, an das feste Gebirge betriebsfähig angeschlossen war.

42 Meter vom ersten entfernt hat man einen zweiten Schacht angesetzt. Zuerst hat man einen 10 Meter weiten, aus alten Tubbings zusammengesetzten Schacht 7,846 Meter tief eingesenkt. Innerhalb dieses Vorschachtes ist mittelst Bohrarbeit unter Wasser eine Senkmauer von 7,846 Meter lichter Weite 28,875 Meter tief ohne Hindernisse niedergebracht. Bei einem Ver-

such, die nicht mehr sinkende Mauer durch Schrauben niederzupressen, erfolgte ein Durchbruch des Gebirges, der sich bis zu Tage ausdehnte, den eisernen Schacht zerriss und den Schachtthurm schief stellte. Nachdem der Schacht und der Thurm wieder hergestellt waren, hat man den Schacht bis 18,831 Meter Tiefe mit Kies gefüllt, darauf eine zweite, 4,708 Meter im Lichten, 6,591 Meter im äusseren Durchmesser weite Senkmauer 20,400 Meter hoch gegründet, zu deren Einsenkung die Bohrarbeit unter Wasser am 1. Juli 1868 beginnen konnte. Dieselbe sank regelmässig ohne häufige Anwendung des Erweiterungsbohrers und erreichte bis zum 1. März 1869 die Tiefe von 75,324 Meter, in welcher Tiefe das Gebirge so thonig und fest wurde, dass die Mauer ruckweise nur dann sank, wenn das Gebirge im äusseren Schachtdurchmesser nahe vollständig ausgebohrt war, wobei das Sinken nur sehr langsam von Statten ging. Bei 80,346 Meter traf man auf eine 2,511 Meter mächtige Schicht festen Gesteins, welche mit dem vorhandenen 3,609 Meter breiten Stossinstrumente durchbohrt und mit dem Erweiterungsmeissel auf den äusseren Schachtdurchmesser von 6,905 Meter erweitert wurde, so dass die Senkmauer glücklich hindurchgebracht wurde und bis Ende Juli 1869 die Tiefe von 92,272 Meter lediglich durch ihr eignes Gewicht ohne weitere Nachhilfe erreichte. Da unter einer 6,277 Meter mächtigen Gesteinsbank ein 14,437 Meter mächtiges Triebsandlager liegt, durfte man hoffen, die Senkmauer bis zum Steinkohlengebirge niederzubringen, wenn es gelang, ungefährdet durch jene Gesteinsbank hindurchzukommen. Dieselbe enthielt viele feste Schwefelkiesknollen, so dass das Durchbohren sehr schwierig und erst Ende Mai 1870 vollendet war; die Mauer sank aber nicht trotz vieler angewendeten Hilfsmittel. Man sah sich deshalb endlich im Januar 1871 genöthigt, im unteren Theile der Senkmauer eine Betonschüttung anzubringen, nach deren Erhärten der Schacht leer gepumpt werden sollte. Noch bevor die Betonschüttung hergestellt war, zeigte sich plötzlich ein 40 Centimeter weiter Riss in dem oberen Theil der Senkmauer, wobei die 36 Millimeter starken Ankerstangen abgerissen waren. Der für den Beton hergestellte Raum zeigte sich jetzt mit Sand gefüllt, bei dessen Ausbohren sich der Bohrer festklemmte, die Schachtsohle sich um 3,3 Meter hob und sich alsbald ein bedeutender Tagebruch zeigte. Man brachte deshalb nunmehr die Betonschüttung innerhalb der Senkmauer in einer Höhe von 7,5 Meter ein, demnächst baggerte man den Zwischenraum zwischen der ersten und zweiten Senkmauer bis zum Fusse der ersten aus und füllte denselben von Neuem mit bestem Beton; diese Arbeit gelang aber, wie sich beim Sümpfen des Wassers zeigte, deshalb nicht, weil der Mauerriss 3,5 Meter tiefer als der Fuss der ersten Senkmauer reichte. Es gelang durch zwei Pumpen von 0,39 Meter Durchmesser die Wasser so weit niederzuhalten, dass man den unteren Theil des Mauerrisses erreichte und hier die Wasser durch Abflussrohre abfangen konnte, worauf man ein neues Mauerstück einsetzte und bis zu Tage aufführte, was nach vielen Unterbrechungen und Schwierig-

keiten so weit gelang, dass nach dem Sümpfen bis zur Oberfläche des Betons bei 84,98 Meter die Wasser bis auf 15 Liter in der Minute zurückgedrängt waren. Demnächst wurde über Tage ein Blechcylinder von 20 Millimeter Wandstärke, 4,55 Meter äusserem Durchmesser und 37,66 Meter Höhe zusammengenietet und in einem Stück bis zur Sohle eingelassen. In diesen Blechcylinder wurde ein gusseiserner Cylinder von 52 Millimeter Wandstärke mit 15 Centimeter hohen umlaufenden Verstärkungsrippen, welche 26 Centimeter von einander entfernt stehen, eingebaut, und der Raum zwischen dem Blechcylinder und dem gusseisernen mit Cementbeton ausgegossen, so dass die ganze Wandstärke des Cylinders 17 Centimeter beträgt. Derselbe sollte zur Sicherung des schwimmenden Gebirges unter dem Fuss der zweiten Senkmauer bis zum festen Gebirge eingesenkt werden; er wurde durch alte, beim Schacht I gewonnene Gussringe zunächst bis zu Tage verlängert und damit beim allmäligen Einsenken fortgefahren. Im Februar 1872 begann man das Senken von der Tiefe von 84,98 Meter und gelangte im Juni 1872 bis zur Tiefe von 124 Meter, wo man eine feste, 3,50 Meter mächtige Thonbank erreichte, unter welcher in der Tiefe von 127,50 Meter das feste Gebirge ansteht. Es gelang glücklich den Senkcylinder in das feste Gebirge einzubringen und so weit abzudichten, dass der Wasserzufluss 20 Liter in der Minute beträgt. Im Kohlengebirge wurde der Schacht allmälig auf 5,60 Meter Durchmesser erweitert, bis 326 Meter Tiefe abgeteuft und dann mit 4,86 Meter lichtem Durchmesser ausgemauert. Im Kohlengebirge vermehrte sich der Wasserzufluss auf 160 Liter in der Minute. Die rastlose, schwierige Arbeit ist dadurch mit Erfolg gekrönt worden, dass man 7 bauwürdige Steinkohlenflötze in der Mächtigkeit von 0,42 bis 1,29 Meter durchteufte und durch Ansetzen der Bausohlen bei 248 Meter (Wettersohle) und 302 Meter Tiefe (I. Tiefbausohle) zur Gewinnung vorrichtet.

Es wurde bei den Einzelheiten dieser Arbeiten zum Niederbringen von Senkschächten, zu deren ausführlichen Mittheilnng die Güte des Herrn Besitzers, Geh. Commerzienrath Haniel in Ruhrort in den Stand setzte, länger verweilt, um ein Bild von den vielfachen Schwierigkeiten zu geben, von denen sie begleitet sind. Aehnlich waren sie vorhanden bei dem Abteufen auf der Steinkohlengrube Ruhr und Rhein am rechten Ufer des Rheins unmittelbar bei Ruhrort, welches in der unten angegebenen Quelle bis ins Detail beschrieben ist[238]). Man überwand hier die Schwierigkeit durch Einbringen einer fassartigen Abtreibezimmerung innerhalb der letzten Senkmauer, welche man das erste Mal aus hölzernen Dauben zusammensetzte; als diese nicht mehr fortzutreiben waren, setzte man eiserne Pfähle ein, denen ein Ausbau mit eisernen Tubbings folgte. Bei 97 Meter Tiefe hatte man ein Steinkohlenflötz erreicht, baute den Schacht aber noch bis

[238]) Das Schachtabteufen auf Zeche Rhur und Rhein in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 18B. S. 273.

107 Meter Tiefe in Eisen aus und konnte dann das regelmässige Abteufen in gewöhnlicher Art fortsetzen. Der Betrieb hatte im Jahre 1856 begonnen, im März 1864 erreichte man bei 82 Meter Tiefe das Steinkohlengebirge und im August 1864 die Tiefe von 97 Meter, wo die Wasser fast vollständig abgesperrt waren.

Beim Abbohren eines Mauersenkschachtes auf dem Bernsteinversuchbergwerk in Nortycken im Samlande sind zur Förderung des Sinkens der Mauer vom Steiger Matthes zwei Instrumente zur Anwendung gelangt, welche hier zu erwähnen sind[239]). Der Aufreisser (extirpator) diente dazu, den oft recht festen Boden zu lockern, um dann mit dem Ventilbohrer (Löffel) arbeiten zu können, der Zuführer, um den Schuh der Senkmauer zu unterschneiden und freizulegen. Beide Instrumente sind aus Holz gefertigt und mit Eisenblech beschlagen; die eigentlichen Reisser sind aus Schmiedeeisen mit verstählten Schneiden, Fig. 418, welche oben in einen Bolzen ausgehen, mit welchen sie in die seitlichen Arme gesteckt und mit einer Schraube fest angezogen werden. Bei dem Aufreisser, Fig. 419, sind diese Arme aus Holz und stehen schräg, wodurch man erlangt, dass in der Mitte vorgearbeitet und zugleich das losgerissene Erdreich nach der Mitte zugeschaufelt wird. Der Zuführer, Fig. 420, hat bewegliche eiserne Arme, welche sich um die Punkte a und a' drehen und durch die Schnur oder Kette b und b', welche, an den oberen Enden der Arme befestigt, unter den Rollen c und c' nach oben gehen, aus der in der Figur dargestellten hängenden Lage des rechten Arms in die schwebende des linken gebracht und gehalten werden können. Als Führung dient eine vierarmige Holzzange, welche das Gestänge oberhalb des Instruments umfasst und an den Enden nach oben bewegliche mit horizontalen Rollen versehene Arme besitzt, welche beim Einlassen durch Schnüre in die Höhe gezogen werden, bei der Arbeit werden sie niedergelassen und geben mit ihren Rollen eine sichere Führung. Beim Tieferwerden des Schachtes wurden zwei solche Leitungen angebracht. Die Arbeit erfolgte folgendermassen: mit dem Sackbohrer, an dessen Schneide ebenfalls kleine Krallen angebracht sind, und der einen Durchmesser von 1,6 Meter hat, wird ein Einbruch 3 bis $3^1/_2$ Meter tief niedergebracht und das losgelöste Gebirge, selbst 13 Kilogramm schwere Stücke, zu Tage gebracht; alsdann wird mit dem 2,8 Meter im Durchmesser haltenden Aufreisser das Gebirge in der ganzen Schachtscheibe aufgerissen, in den Einbruch geführt und mit dem Ventillöffel zu Tage geschafft. Wenn so in einer Tiefe von 3 bis $3^1/_2$ Meter das Gebirge beseitigt ist, beginnt die Thätigkeit des Zuführers. Derselbe wird mit hängenden Armen bis zum Tiefsten eingelassen, worauf die letzteren angezogen und unter fortwährendem Drehen des Instruments von links nach rechts fest an die unter dem Mauerschuh anstehenden Stösse des Schachtes gedrückt. Allmälig wird

[239]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 27 B. S. 284.

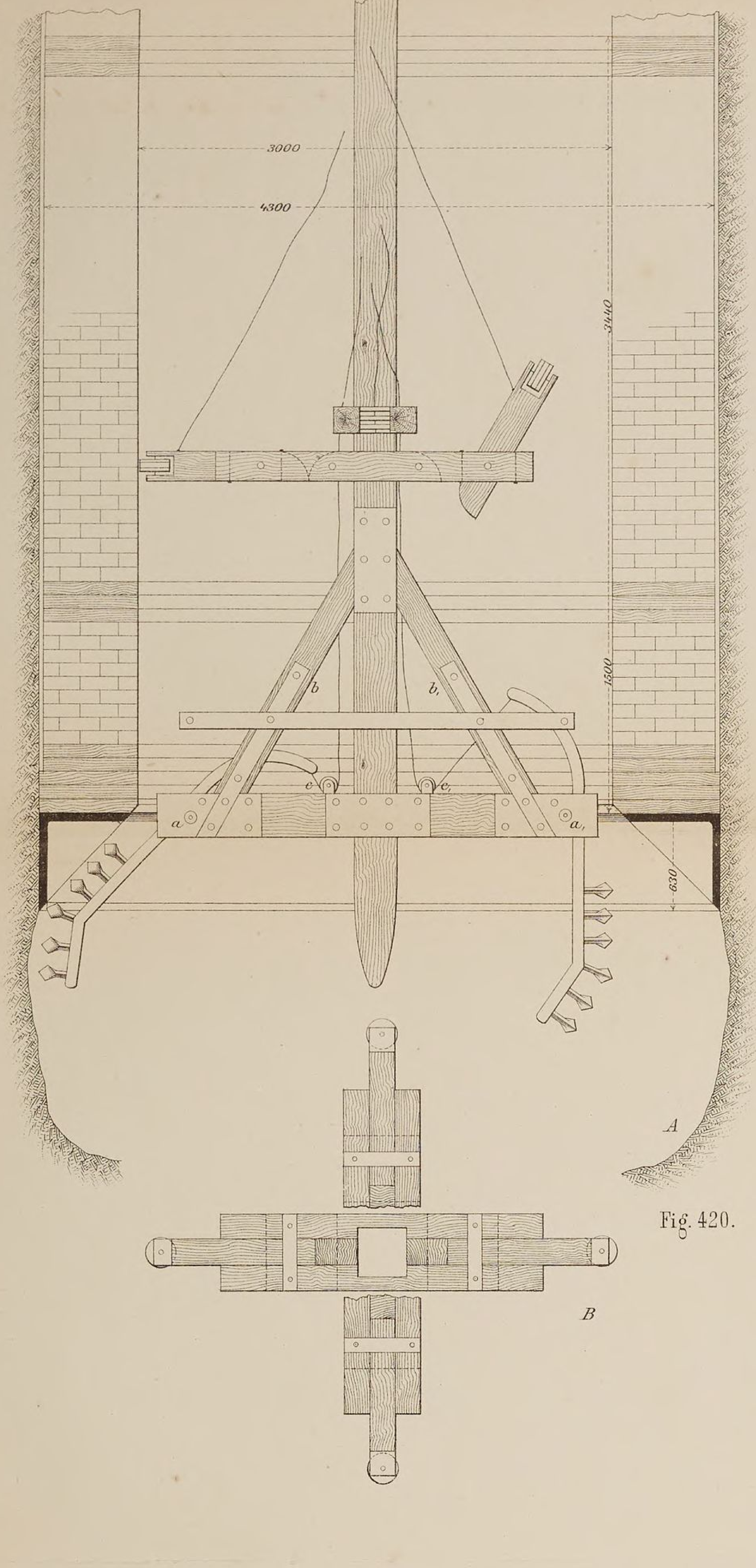


Fig. 420.

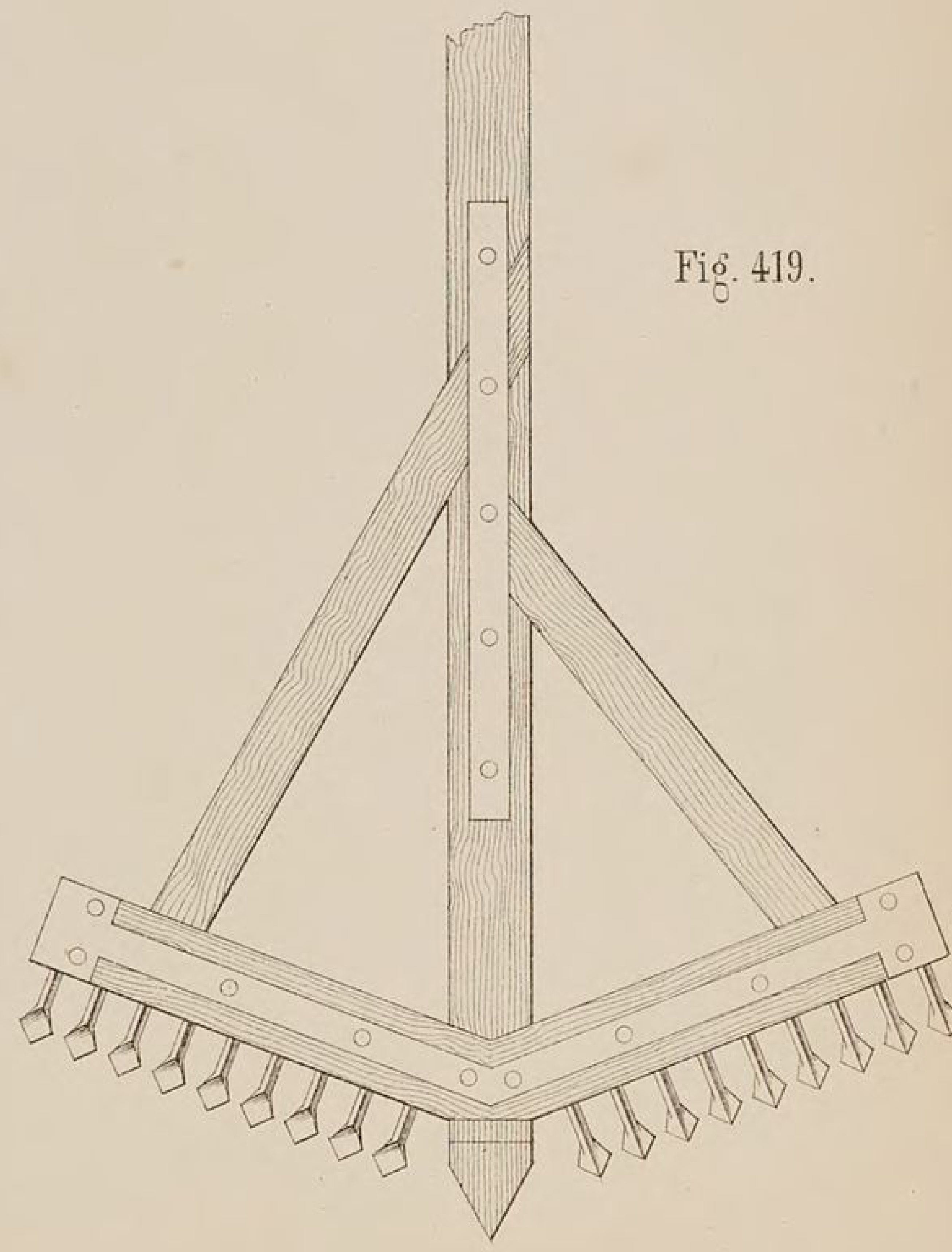


Fig. 419.

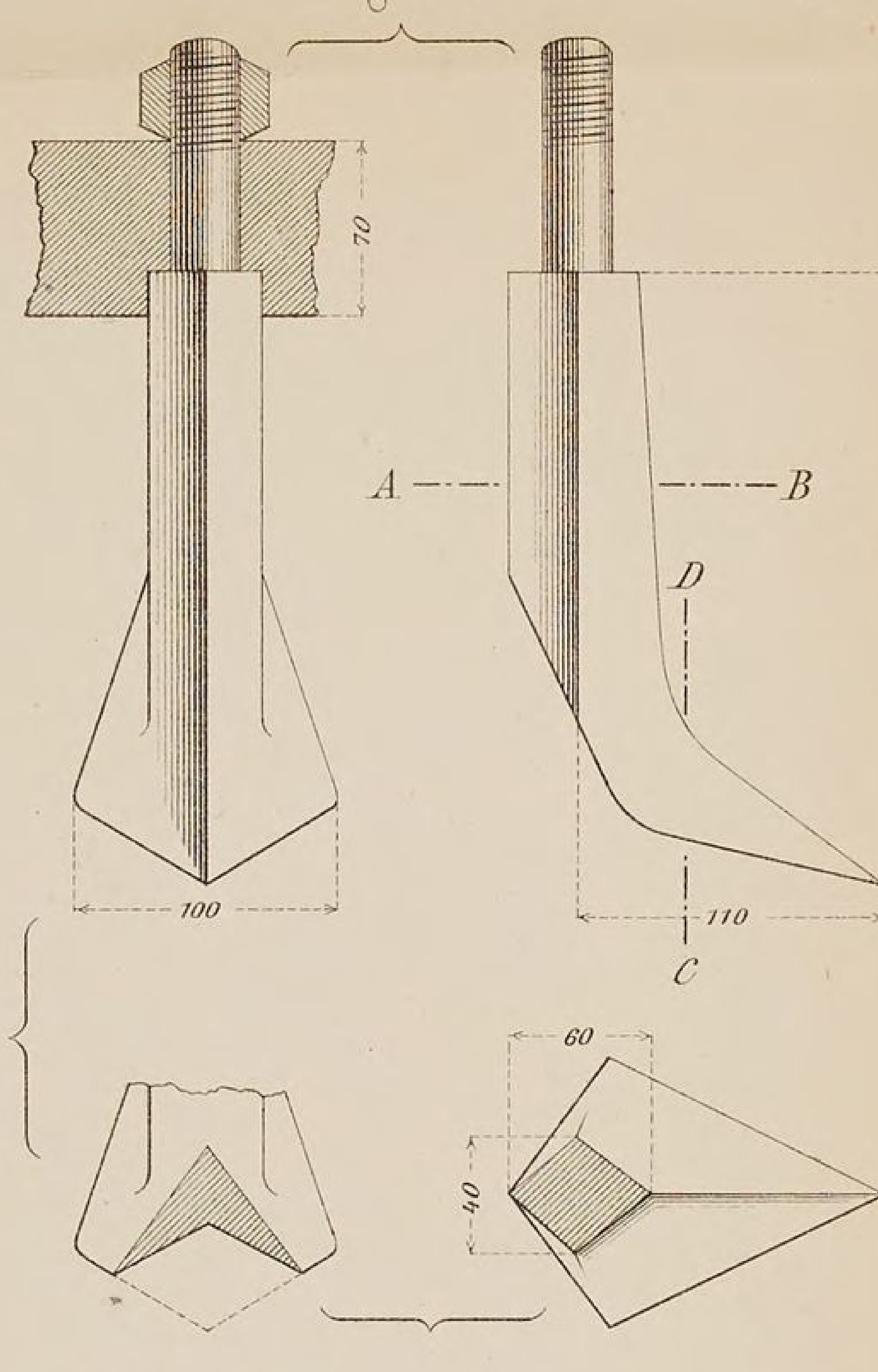


Fig. 418.

Geogr. lith. Inst. u. Steindr. v. W. Greve, Kgl. Hoflith, Berlin.

Zu Seite 800.

das Instrument gehoben und gelangt schliesslich unter den Schuh, so dass der Raum unter demselben frei wird und die Senkmauer bei gehöriger Belastung stetig niedersinkt, wobei die Arme des Instruments zurückgeschlagen werden. Mit diesen Instrumenten wurde der Senkschacht, welcher bei 27 Meter Tiefe sich festgesetzt hatte, mit grosser Sicherheit niedergebracht: in zwölfstündiger Schicht erzielte man ein Senken von 1,25 bis 1,31 Meter, einmal sogar von 4,79 Meter; doch zeigte sich eine genügende Belastung höchst nothwendig.

II. Gusseiserne Senkschächte.

Schon im vorigen Abschnitt musste im Zusammenhange mit den durch Senkmauerung ausgeführten Abteufungsarbeiten das Einbringen von eisernen Senkschächten theilweise abgehandelt werden. Hier folgen die Fälle, wo ausschliesslich eiserner Ausbau angewendet wurde.

In England senkte man früher gusseiserne Senkschächte in einem Stück ohne Sackbohren ein bei einem Durchmesser von 1,6 bis 1,8 Meter. Später setzte man die Ringe aus Segmenten zusammen und dichtete die Fugen mit Brettchen oder mit Flechten von getheertem oder mit Mennigekitt getränktem Hanf; wenn mehrere derartig zusammengesetzte Röhren in einander gesteckt werden, wird die ringförmige Fuge durch Picotiren verdichtet. Zwischen die nach Innen vorspringenden Kränze der Segmente bringt man Futterhölzer an, um eine gleichmässige innere Schachtwand herzustellen, damit die Fördergefässe nicht untergreifen.

Als besondere Beispiele sind das Verfahren auf der Steinkohlengrube Anna bei Aachen[240]) und zu Pré du Prince nahe der Maass bei Seraing[241]) hervorzuheben, auf welchem letzteren Punkt man zur Zurückhaltung der Wasser comprimirte Luft anwendete.

Im Allgemeinen ist zu bemerken, dass man die Aussenwand glatt herstellen, alle Verstärkungsrippen und Kränze nach Innen legen muss und den Segmenten keine Löcher geben darf; die Zusammensetzung der Segmente erfolgt durch Schraubenbolzen, wobei man die verticalen Fugen alterniren lassen muss. Die einzelnen Ringe werden über Tage zusammengesetzt und im Ganzen eingehängt und verlegt; der untere Segmentring wird als Schuh gestaltet. Das Dichten der Fugen geschah auf Anna mittelst 13 Millimeter starken Weidenbrettchen, zu Seraing mittelst Eisenkitt. Beim Guss stellte man die Löcher für die Schraubenbolzen nur immer in zwei entsprechenden Segmenten her, die anderen bohrte man erst nach dem Verlegen aus, damit man einer richtigen Stellung derselben versichert

[240]) Busse: Die Schachtarbeiten im schwimmenden Gebirge auf der Steinkohlengrube Anna und Marie im Wormrevier in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 3B. S. 237.

[241]) Bougnet: Methode des Abteufens mit comprimirter Luft in berg- u. hüttenm. Ztg. von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1860. S. 447.

war. Die gusseisernen Schächte sinken schwerer, als gemauerte und müssen daher belastet, beziehungsweise gepresst werden.

Auf der Grube Anna wandte man Sackbohrer an. Beim Einsetzen einer zweiten inneren Tour hielt man es am zweckmässigsten, den Raum innerhalb der vorhergehenden zu verfüllen und nach dem Durchdringen der neuen Tour wieder auszuräumen, um nicht durch Sümpfen Veranlassung zu Durchbrüchen zu geben, oder man sümpfte doch nur so weit, als keine Gefahren vor Durchbrüchen vorhanden waren. Bei der zweiten und dritten Tour hielt man es zweckmässig, jedem Segment des untern Ringes einige, etwa 52 Millimeter breite, bogenförmig verlaufende äussere Leitrippen zu geben, um das Niedergehen des Schachtes in der richtigen Stellung zu sichern, auch wiederholte man solche Rippen bei den oberen Ringen. Im Schacht No. 1 hatten die Ringe der ersten Tour 6 Segmente, 0,942 Meter Höhe, 26 Millimeter Stärke, 3,139 Meter im lichten Durchmesser, 78 Millimeter starke Kränze, dieselbe ging bis 27,619 Meter nieder. Die zweite Tour hatte einen lichten Durchmesser von 2,772 Meter und eine Wandstärke von 33 Millimeter, den Segmenten waren mittlere Verstärkungsrippen und äussere Leitungsrippen gegeben; der Ringraum zwischen beiden Touren betrug 105 Millimeter; die zweite Tour reichte bis 33,268 Meter Tiefe, wo man zur Einbringung einer dritten Tour schreiten musste. Dieselbe hatte im Lichten 2,406 Meter Durchmesser und 33 Millimeter Wandstärke, sie erreichte bei 50,217 Meter Tiefe das feste Steinkohlengebirge und ragte 3,766 Meter in den zweiten Cylinder hinein; den 105 Millimeter weiten Ringraum dichtete man mit Holzkeilen, setzte aber später noch drei neue Ringe auf und goss den Raum zwischen diesen und dem zweiten Cylinder mit Trassmörtel aus. Im zweiten Schachte hatte die erste Tour einen lichten Durchmesser von 2,354 Meter, die drei Ringe zunächst über dem Schuh bestanden je aus einem Stück, die übrigen sind aus 6 Segmenten zusammengesetzt, welche 39 Millimeter Wandstärke haben und mit einer mittleren 39 Millimeter horizontal vorspringenden Rippe versehen sind. Die zweite Tour, welche in gleicher Weise zusammengesetzt ist, hat einen lichten Durchmesser von 2,092 Meter, so dass ein ringförmiger Raum von 52 Millimeter zwischen der ersten und zweiten Tour gebildet ist; der Schuh der zweiten Tour ist 78 Millimeter stark genommen.

Zu Pré du Prince bei Seraing hat der Senkschacht eine Tiefe von 10,33 Meter, der lichte Durchmesser zwischen den Flantschen beträgt 2,65 Meter, die Ringe bestehen aus 8 Segmenten von 15 Millimeter Wandstärke, 0,4 Meter Höhe, mit 0,10 Meter breiten, 25 Millimeter starken Flantschen, die Segmente haben 0,02 Meter dicke und 0,13 bis 0,18 Meter lange Tragerippen und sind wegen der Verdichtung mit vorstehenden Rändern versehen.

Auf der Zeche deutscher Kaiser bei Hamborn, dicht am Rhein[242]),

[242]) Glückauf. Essen 1874. No. 51. — Rive in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 27B. S. 67.

hatte man über dem Steinkohlengebirge 72 Meter schwimmendes Gebirge und 63 Meter Kreidemergel zu durchteufen. Zur Führung des eisernen Senkcylinders brachte man eine Senkmauer 14,75 Meter nieder, wo ein weiteres Fortbringen nicht möglich war. Um den Schuh für den eisernen Senkschacht auf der Sohle aufzubauen, wollte man den Schacht auspumpen, zu welchem Zweck man eine 2 Meter hohe Betonschicht einbrachte und drei Monate lang erhärten liess. Beim Wältigen der Wasser brach indess die Betonschicht durch, so dass man den Schacht mit Sand verfüllen und den 1 Meter hohen Senkschuh aus Gusseisen 6,277 Meter unter Tage legen musste. Man ging nun mittelst Sackbohren und eisernen Tubbings nieder, wobei man für die Bewegung der Bohrer erst Pferde, später Ochsen arbeiten liess, von denen immer 4 gleichzeitig an 2 Zugbäumen des Sackbohrers arbeiteten. Das Senken erfolgte bis 18 Meter Tiefe, wo man selbst mit der Ausübung eines Drucks von 40000 Kilogramm auf jeden der 8 Senkhebel nicht weiter vordringen konnte. Man sümpfte deshalb den Schacht und räumte die vor dem Schuh gefundenen Knollen von Schwefelkies mittelst Schlägel und Eisen fort, worauf das Senken weiter bis 37 Meter erfolgte, wo durch eine 0,6 Meter mächtige Schwefelkiesschicht dem Senken ein neues Hinderniss bereitet wurde. Man sümpfte von Neuem, hatte aber das Unglück, dass der Schwimmsand in den Schacht hineinbrach. Man beseitigte nunmehr den Schwefelkies dadurch, dass man an den Bohrkopf hufeneisenförmige Messer anbrachte, welche Furchen von 0,5 Meter Tiefe in die Schwefelkieslage schnitten, so dass man die stehengebliebenen Rücken alsdann mit dem gewöhnlichen Sackbohrer beseitigen konnte. Zur Fortnahme des Schwefelkieses unmittelbar unter dem Schuh hatte man besonders construirte Messer mit Erfolg angewendet, so dass das Senken wiederum weitere Fortschritte machen konnte und man bis 40 Meter fortrückte, wo von Neuem ein Stillstand eintrat. Durch Taucher wurde constatirt, dass ein Bruch des Schuhes stattgefunden hatte. Man sprengte ein Segment des Schuhes mittelst 60 Gramm Dynamit und elektrischer Zündung und baute die übrigen Segmente mit der Hand aus, die man mit einer Kratzscheere, wie sie Chaudron bei seinem Verfahren anwendet, zu Tage brachte. Dabei stieg der Schwimmsand im Schachte in die Höhe und musste man durch Einpumpen von Wasser Gegendruck geben. Man bohrte 2 Meter tiefer und liess einen neuen Schuh durch Taucher einbauen und mit dem Senkschachte durch Schrauben in Verbindung bringen. Man drang nunmehr bis 60 Meter vor, wo man wiederum in einem Schwefelkieslager ein neues Hinderniss traf. Die Taucher weigerten sich, die Beseitigung desselben zu übernehmen. Man entschloss sich in den 4,707 Meter weiten Schacht einen solchen von 4,080 Meter Weite einzubauen und füllte deshalb bis 12,554 Meter Höhe aus. Den Schuh des neuen Senkcylinders machte man aus Gusseisen, 78 Millimeter stark, und umzog ihn mit einem schmiedeeisernen Ringe; auf den Schuh baute man 6 gusseiserne Ringe, welche aus einem Stück bestanden, während die übrigen aus Segmenten

zusammengesetzt waren; zwischen den Ringen legte man Bleiringe zur Dichtung. Bei 63 Meter Tiefe erreichte man den Kreidemergel, aber in so fliessender Beschaffenheit, dass man weiter senken musste, bis man eine festere Schicht antraf. In dieser bohrte man 2 Meter tief vor, unterschnitt den Schuh und liess den Eisencylinder mit aller Wucht in die feste Schicht einfallen. Der Schacht war 72 Meter tief und zeigte sich nach den Sümpfen ein dichter Abschluss. Man teufte nun in gewöhnlicher Weise weiter ab, aber immer nur so tief, dass man 0,314 Meter hohe Tubbings einbauen konnte; in solcher Weise erreichte man das obere Grünsandlager, welches aber so schwimmend war, dass man immer nur 0,157 Meter frei machen und mit Tubbings verwahren konnte. In dem nun folgenden weissen Mergel legte man den Keilkranz zur Unterstützung der Cylindercolonne und erreichte bei 132 Meter das feste Steinkohlengebirge.

III. Senkschächte von Eisenblech.

Selten ist Eisenblech zu diesem Zweck benutzt, so zu Chalonnes im Departement Maine et Loire[243]), wo man 4 Schächte niedergebracht hat und zwar nach dem Verfahren von Triger; der erste Schacht hatte eine Tiefe von 20 Meter, eine Weite von 1,33 Meter und eine Wandstärke von 12 Millimeter; der zweite ist gleichfalls 20 Meter tief, 1,7 Meter weit, der dritte und vierte Schacht sind 16 Meter tief, 2 Meter weit, die Stärke der Wand beträgt 15 Millimeter. Bei allen Schächten hat man Rammen zum Niederbringen angewendet.

Zu Strepy-Braqueynies im Bassin du Centre, wo es sich um das Durchteufen von 22 Meter Schwimmsand unter dem Kreide- und über dem Steinkohlengebirge handelte, hat der Schacht einen inneren Durchmesser von 3,5 Meter, die einzelnen Ringe aus 15 Millimeter starkem Blech sind 2 Meter hoch, oben und unten ist Winkeleisen angenietet, wodurch Kränze zum Verschrauben je zweier Ringe gebildet sind; in der Mitte jedes Ringes ist ein Verstärkungskranz von Gusseisen angebracht, der durch Schrauben gehalten wird, äusserlich sind Verstärkungen durch Streifen von Blech gebildet; die ganze Höhe jedes Ringes besteht aus 3 Blechtafeln. Der Wechsel je zweier Ringe ist aussen mit einer Muffe von gleichem Blech geschlossen, welche an beide Ringe angenietet ist. Später hat man übrigens im Innern eine Holzcuvelage angebracht.

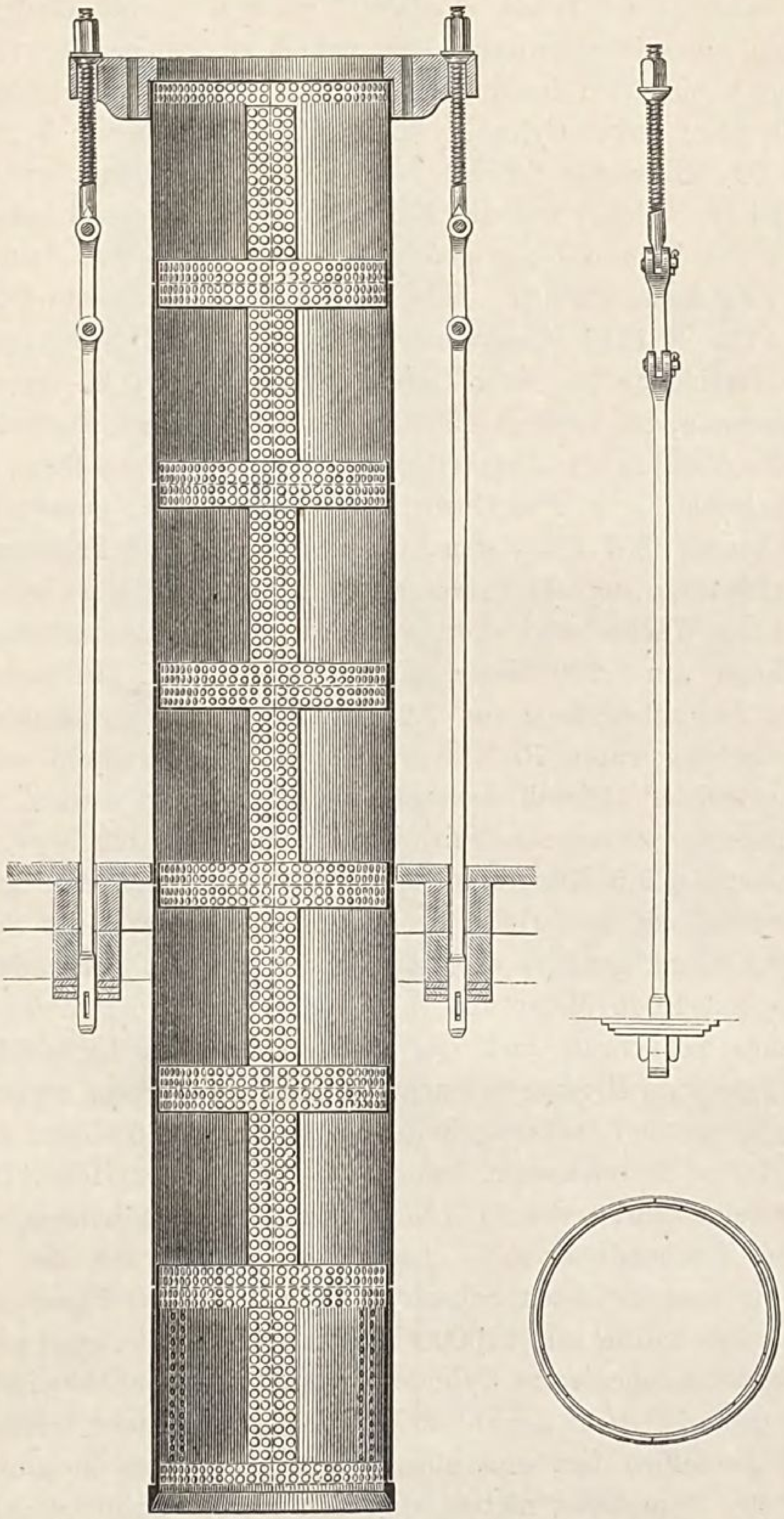
Bei dem Bergbauversuch auf Bernstein bei Nortycken im Samlande (Ostpreussen) kamen für das Niederbringen von Schächten Cylinder aus Eisenblech zur Anwendung[244]). Es sind daselbst zwei, im Lichten 1,41 Meter

[243]) Deroux: Schachtabteufen im schwimmenden Gebirge zu Chalonnes in berg- u. hüttenm. Ztg. von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1861. S. 17.

[244]) Kühn in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 22B. S. 139. — The Mi-

weite Schächte niedergebracht worden, zu deren Auskleidung Blechcylinder von 1,250 Meter Höhe dienten, welche aus bestem Eisenblech von 20 Milli-

Fig. 421.



meter Stärke hergestellt waren. In der Längsrichtung ist jeder Cylinder

ning Journal. London. Vol. 45. p. 1295. — The Enginering and Mining Journal. New-York. Vol. 20. p. 574.

durch 3 Schienen von 20 Millimeter Stärke, 0,295 Meter Breite und 0,94 Meter Länge verstärkt; um ein genaues, senkrechtes Aufeinanderpassen der Cylinder zu erzielen, sind sie an den Stössen abgedreht. Der unterste Cylinder, an welchem der Schuh angenietet ist, war ein voltständiger Doppelcylinder, um ihm die erforderliche Steifigkeit zu geben. Je zwei Cylinder wurden durch einen im Innern angelegten Muffenring verbunden, welcher gleich weit über jeden Cylinder übergreifend 0,30 Meter hoch war und gleichfalls 20 Millimeter Stärke besass; die Befestigung erfolgte durch 4 Reihen Niete, welche, wie die Niete für die Längsverstärkung, 25 Millimeter stark aus bestem Eisen gefertigt waren, auf beiden Seiten versenkt und noch verstemmt wurden. Jeder mit Muffenring armirte Cylinder wog im ersten Schacht 1114 Kilogramm, im zweiten 1164 Kilogramm und die ganze Cylindercolonne bei einer Tiefe von ca. 45 Meter im ersten Schachte 44000 Kilogramm, im zweiten 45600 Kilogramm. Zum Niederbringen der Blechcylinder dienten die Pressschrauben mit dem Pressklotz, wie sie in Fig. 421 dargestellt sind. Das Gewicht des zweiarmigen, gusseisernen Pressklotzes aa betrug 3507 Kilogramm, derselbe ist mit dem Pressrost bb durch die Pressschleudern cc, die Pressschrauben dd und die zwischen c und d eingeschalteten Wechselstücke ee verbunden. Die Pressschrauben hatten eine Nutzlänge von 1,250 Meter, eine Stärke von 82 Millimeter und ein Steigen der Schraubengänge von 7,24 Millimeter; die Pressschleudern und die Wechselstücke waren 70 Millimeter stark. Zum Bohren sollte ein besonders construirter Meisselbohrer mit Einsatzmeisseln dienen, wie er vom Oberbohrinspector Zobel construirt ist und aus Fig. 422 hervorgeht; sein Gewicht betrug 849,5 Kilogramm und wurde er durch eine kreuzförmige Leitung, welche auf dem Halse der Bohrstange aufsass, im Schachte geführt. In der Regel genügte aber ein Bohren mit den vorhandenen Schappenbohrern von 1,045 Meter und 0,80 Meter Durchmesser, von denen der kleinere zum Vorbohren und der grössere zum Nachschneiden diente; häufig genügte zum Herausgewinnen der sandigen Massen sogar der Löffel, deren man zwei zur Benutzung hatte, einen von 0,935 Meter, den anderen von 0,628 Meter Durchmesser, beide von 1,955 Meter Höhe. Das Bohrgestänge hatte eine Stärke von 26 Millimeter zum Stossendbohren, von 52 Millimeter zum Drehendhohren. — Die Arbeit begann mit der Herstellung eines in Holz ausgekleideten Schachtes, in welchen der Pressrost eingebaut wurde, derselbe wurde mit 120000 Kilogramm Eisen belastet und dann auf ihn drei zusammengenietete Cylinder (einschl. des Schuhcylinders) aufgestellt und genau vertical gerichtet. Um den Eisenschacht brachte man alsdann eine denselben fest umschliessende, aus Bohlen zusammengesetzte Führungslutte. Demnächst nietete man den vierten Cylinder auf und legte den Pressklotz auf, worauf die eigentliche Bohr- und Senkarbeit begann. Das Aufnieten der Cylinder geschah in folgender Weise. Der aufzunietende, vertical gestellte Cylinder wurde durch vier Gabeln, Fig. 423, gefasst, welche mittelst Bolzen in Nietlöcher des Cylinders befestigt wurden; in die oberen

Fig. 422.

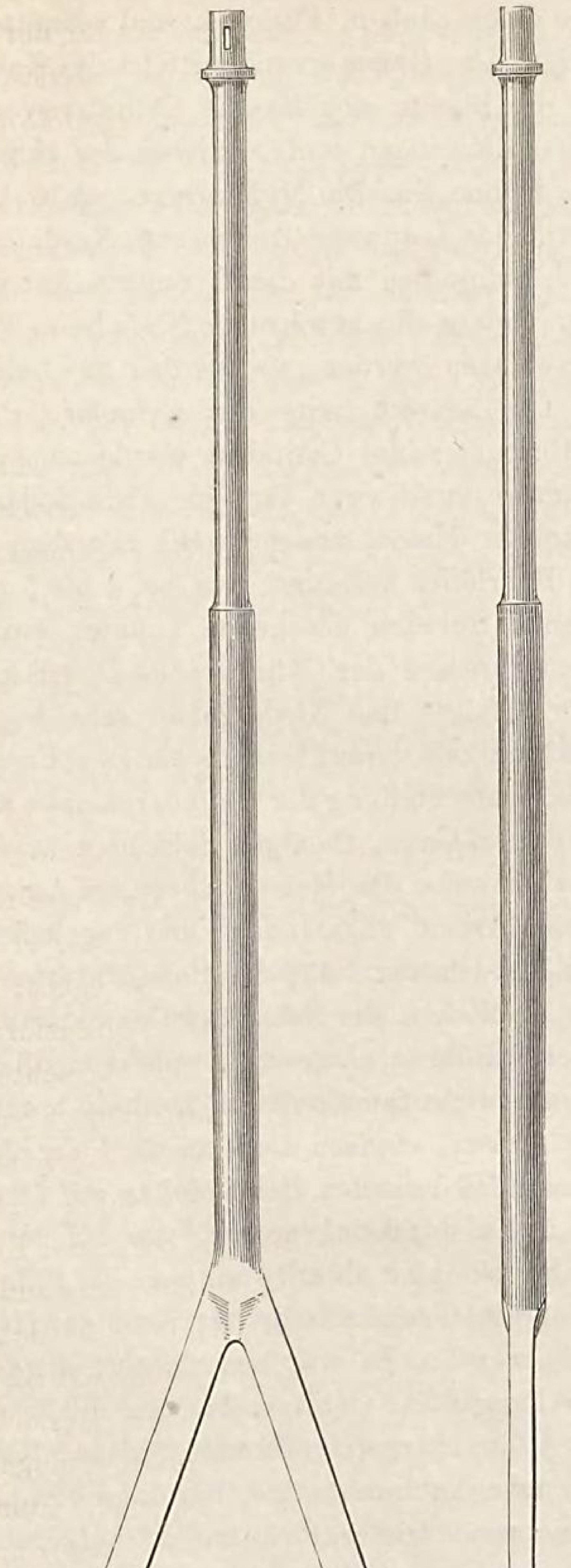


Fig. 423.

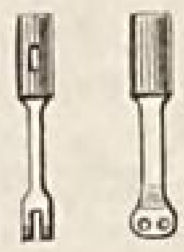
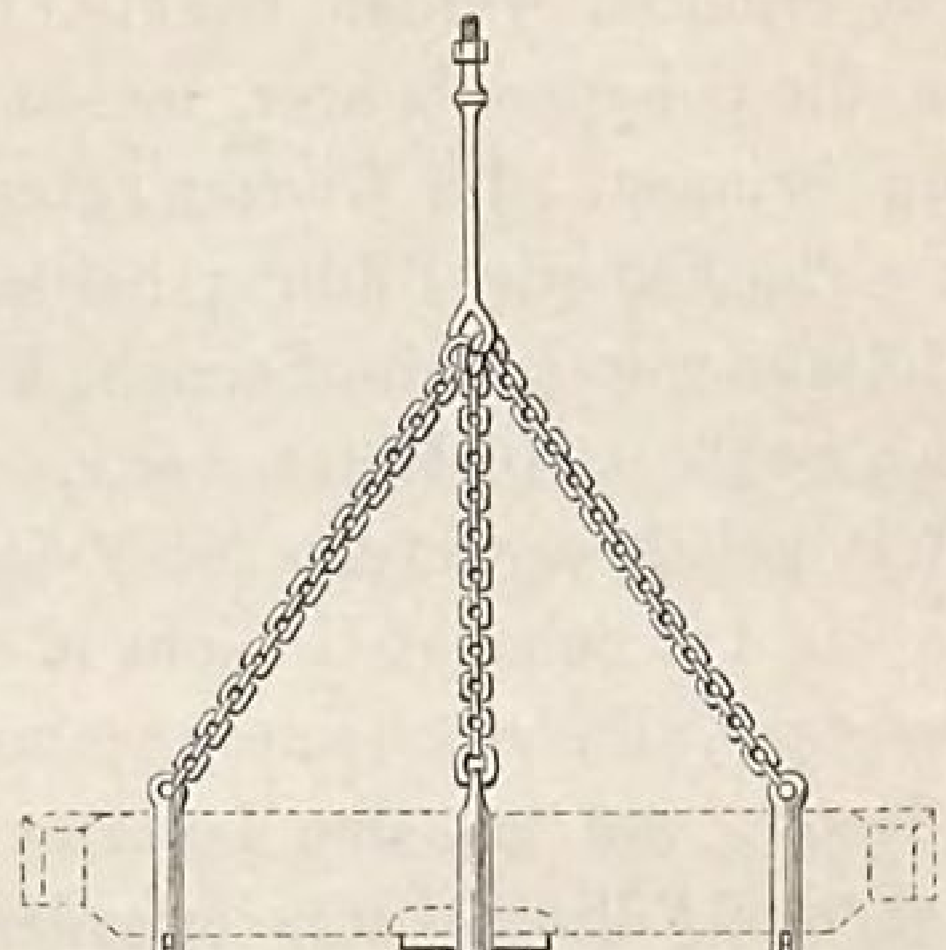


Fig. 424.



hülsenförmigen Enden dieser Gabeln wurden die an dem Pressklotz befindlichen, an Ketten hängenden Bolzen eingeschoben, Fig. 424, und vermittelst durchgesteckter Doppelkeile befestigt. Das Ganze wurde mittelst des Kabels angehoben und der Cylinder auf die bereits eingelassene Cylindercolonne aufgesetzt und genau gerichtet. Zum Einbringen und Annieten der Muffenringe brachte man eine schwebende Bühne ein. Die Muffenringe, um welche vorher schmale mit Bleiweiss bestrichene Leinwandstreifen zum Verdichten gelegt sind, werden zunächst durch Schrauben mit den Cylindern fest verbunden, worauf das Nieten beginnt, indem die gewärmten Niete beim Vorhalten von Innen nach Aussen geschlagen werden, sie werden auf beiden Seiten versenkt und verstemmt. Die äussere Seite der Cylinder erhält einen Firnissanstrieh. Zum Niederbringen eines Cylinders wurde zunächst die im Innern befindliche Gebirgsmasse, und zwar für eine Cylinderlänge von 1,250 Meter etwa 1,56 Kubikmeter Masse, meistentheils mit dem am Bohrschwengel hängenden grossen Bohrlöffel beseitigt, was bei 4 bis 5 maligem Einhängen des Löffels binnen 6 Stunden geschehen konnte, worauf binnen anderen 4 Stunden das Niederpressen der Cylindercolonne erfolgte. In den oberen sandigen Schichten erfolgte das Niedergehen sehr leicht, man musste sogar besondere Aufmerksamkeit darauf lenken, ein zu schnelles Gehen zu verhüten, damit die senkrechte Stellung der Cylindercolonne aufrecht erhalten werden könnte. In den zäheren, thonigen Schichten musste man die Schappenbohrer, nur ausnahmsweise den Meisselbohrer zur Anwendung bringen. Im Ganzen ging die Arbeit ungehindert und regelmässig vor sich. Um die Bildung hohler Räume in der Nähe des Bohrschachtes zu verhüten, waren beim Schacht I in die Ecken der Schachtgrube und bis zu deren Sohle 0,240 Meter weite, eiserne Röhren eingesetzt, welche mit Sand gefüllt gehalten wurden, aber fast gar nicht functionirten. Deshalb brachte man sie bei Schacht II nicht in den Ecken, sondern dicht an die Führungslutte der Cylindercolonne an; bis zum Niedergehen der Colonne auf 16 bis 17 Meter, von wo eine Lettenschicht zu durchsinken war, war ein Nachfüllen der Röhren kaum erforderlich; von hier ab mussten aber die Röhren beim Niedergehen jeder Cylinderlänge fast regelmässig mit Sand auf Höhe von 0,40 bis 0,46 Meter nachgefüllt werden. Es war beabsichtigt worden, nach geschehener Abtrocknung der hangenden Gebirgsschichten die Eisencylinder zu untermauern und dabei die bernsteinführende, blaue Erde, welche bis dahin nur angeschnitten war, zu durchteufen, um dann von hier aus die Ausrichtungsstrecken anzusetzen. Dieser Plan musste aufgegeben werden, da die Wasser aus dem Deckgebirge nicht genügend beseitigt werden konnten und dadurch, zumal bei den engen Schachtdimensionen, das Einbringen der Mauerung fast zur Unmöglichkeit wurde. Man hat es deshalb vorgezogen, die Eisencylinder durch die blaue Erde hindurch bis zu 47 Meter tiefer zu senken, hat das Tiefste der Schächte mit einem eisernen Boden abgekleidet, welcher mit nach Oben gekehrten und mit dem Schachtcylinder verbolzten Krempen versehen war; in die Fuge zwischen dem Cy-

linder und der Krempe hat man Kitt zur Abdichtung eingebracht. Zur Ausfahrt aus dem Schachte sollte die nöthige Oeffnung in den Schachtwänden ausgestemmt werden, zu welchem Ende in verticaler und horizontaler Richtung Löcher eingebohrt sind, wodurch ein streifenweises Ausstemmen der Blechtafeln und ein allmäliges Anstecken der Abtreibepfähle ermöglicht werden sollte. Der ganze Plan ist indess als undurchführbar aufgegeben.

In gleicher Weise, wie in Nortycken, ist auf der Braunkohlengrube Marie Luise in der Provinz Sachsen ein Schacht von 45 bis 72,5 Meter Tiefe im Durchmesser von 1,57 Meter abgebohrt und abgesunken[245]).

Winckler schlägt vor[246]), den Cylindern eine konische Form zu geben, indem er den oberen kleineren Durchmesser dem lichten Durchmesser des Schachtes gleich machen, den unteren aber nach der Formel $1{,}03\,D + 0{,}002\,\delta$ bestimmen will, wo D der Schachtdurchmesser, δ die Blechstärke bezeichnet und δ aus der Formel $\delta = 5\,D \sqrt[3]{0{,}1\,T}$ gefunden wird, worin T die Schachttiefe bezeichnet. Den Cylinder will er 1 Meter hoch und 2 Meter weit nehmen. Sein Vorschlag geht dahin, das Senken der Cylindercolonne durch fortdauerndes Drehen mittelst maschineller Vorrichtung zu bewirken, wodurch die Reibung an den Wänden überwunden wird. Die Gewinnung der Erdmassen soll durch Sackbohrer erfolgen.

IV. Senkschächte von anderem Material.

a. Holz in fassartiger Form hat man früher bei einem alten Verfahren in England benutzt. Es gleicht dasselbe einer Senkmauer mit starker Verschalung und eingelegten Holzkränzen, wobei die Mauerung weggeblieben ist; wegen der Förderung werden die Holzkränze im Innern mit Kehrlatten beschlagen.

Seit dem Jahre 1849 ist eine ähnliche Methode auf der Steinkohlengrube Maria bei Aachen[247]) mehrfach zur Anwendung gelangt. Ein Schacht hat 1,569 Meter, ein zweiter 1,648 Meter lichten Durchmesser, die Tiefe bis zum Steinkohlengebirge beträgt 54,297 Meter, die schwimmenden Massen haben vom Wasserspiegel ab eine Mäohtigkeit von 28,875 Meter. Man benutzte Dauben von Tannenholz, 6,277 bis 7,846 Meter lang, unten 0,235 Meter, im oberen Theile des Schachtes 0,157 Meter stark, 0,183 bis 0,209 Meter breit. Die Dauben werden fassartig zusammengesetzt und je 2 Fässer durch gusseiserne Verdichtungsringe verbunden, in welche die Daubenenden genau passen; die Ringe sind 0,392 Meter hoch und werden durch 4 Stück 39 Millimeter starke Anker mit Schrauben verbunden. Das Ganze ruht auf einem 0,471 Meter hohen gusseisernen Schuh, Fig. 425. Das Wegräumen

245) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 25B. S. 241.

246) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1875. S. 4.

247) Busse in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 3B. S. 247.

des Gebirges erfolgte mittelst Sackbohren, immer auf eine Tiefe von 1,255 bis 1,569 Meter, worauf das Nachdrücken der Fässer mittelst Pressschrauben stattfand. Diese Arbeit ist auch deshalb interessant, weil zu zwei verschiedenen Malen Brüche in den Dauben mit Hilfe comprimirter Luft reparirt worden sind[248]).

b. Das Holz jochartig ist mit Ausnahme auf der Steinkohlengrube Sellerbeck bei Mühlheim[249]), wo man eine quadratische Zimmerung, ähnlich der Bohlenumgangszimmerung, durch Pressbalken und gewöhnliche Winden eingesenkt, dann ebenso eine engere niedergebracht und den Zwischenraum mit Thon ausgestampft hat, wohl nur üblich zu Anzin und in Belgien zum Durchsinken der torrents, deren Mächtigkeit 3 bis

Fig. 425.

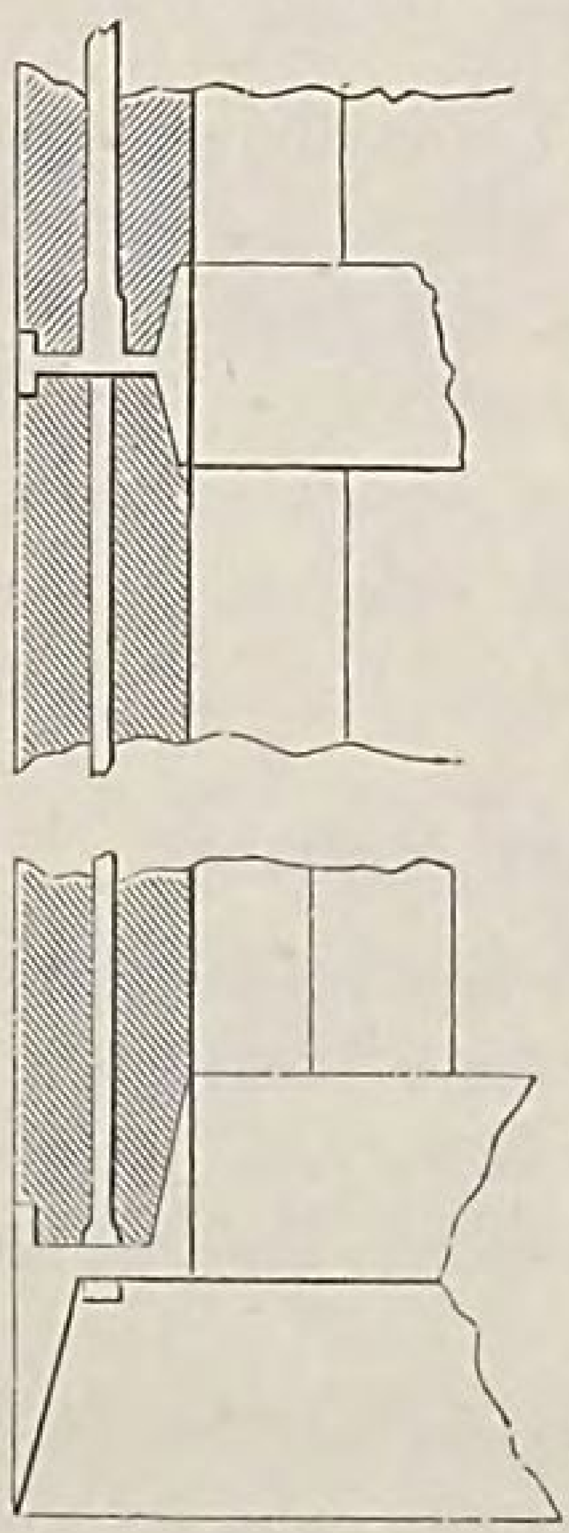
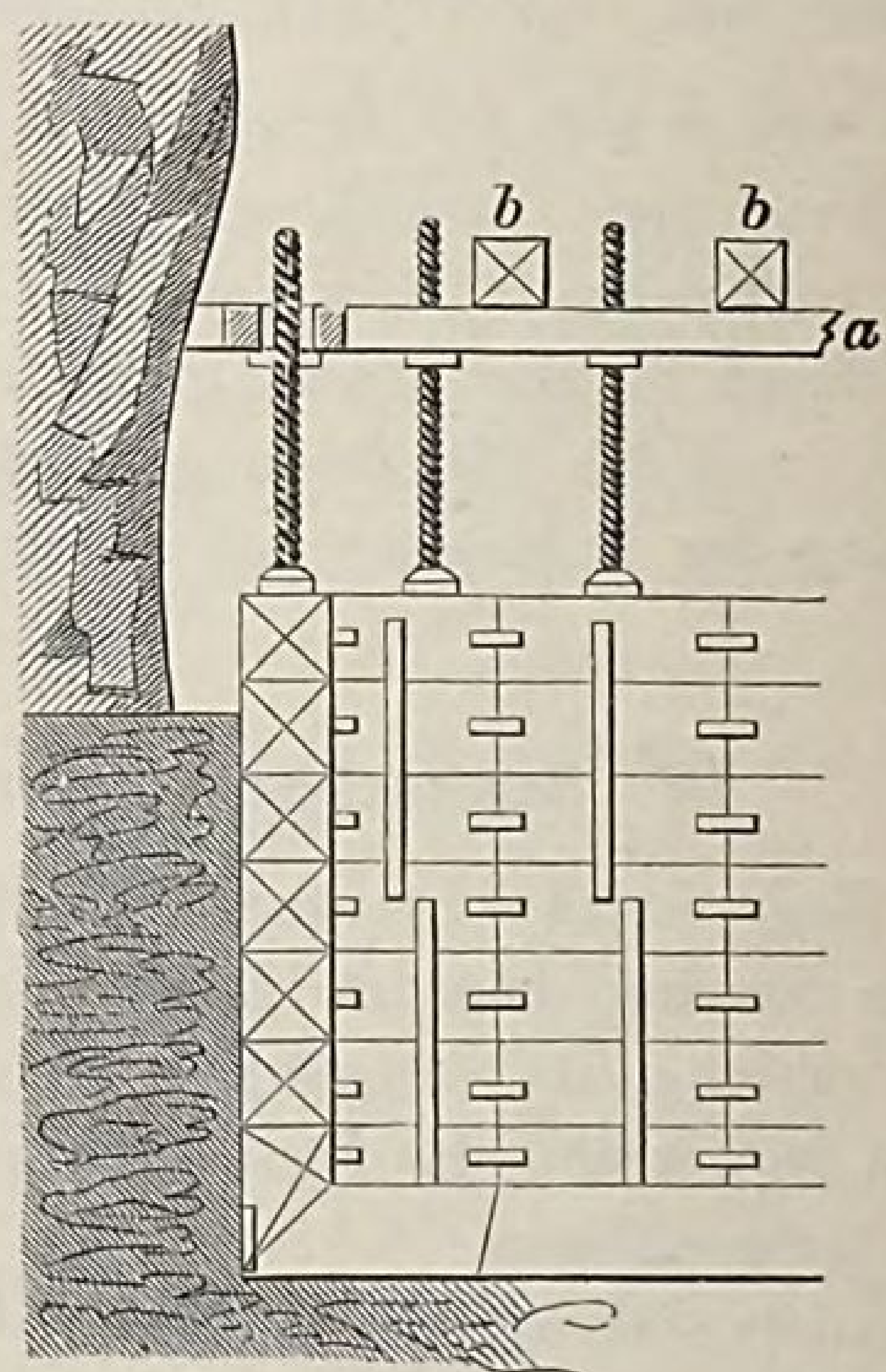


Fig. 426.



25 Meter beträgt und die unterhalb der festen Kreide vorkommen. Der Schacht Ernest zu Anzin[250]) hat einen Radius von 2,7 Meter; oben ist er in achteckige Cuvelirung gesetzt, in den darunter liegenden Thonen (dièves) in Mauerung, welche auf einem Keilkranz steht. Zur Einbringung der jochartigen Zimmerung ist ein von Oben und Unten verkeilter Kranz a, Fig. 426, eingebaut, über den zwei eingebühnte Spreizen b b gelegt werden; zum Senken dienen Jöcher, wie die der oberen Cuvelage, deren Stücke mit Zapfen verbunden und durch horizontale Eisenblechstreifen gehalten werden. Die Jöcher ruhen auf einem unten angeschraubten Schuh. Das Ganze wird

[248]) Busse in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 4B. S. 255. — Honigmann ebenda. Bd. 8B. S. 152.

[249]) Bauer in Dr. Karsten Archiv. 1834. Bd. 7. S. 174.

[250]) Ponson t. I. p. 496.

durch 2,50 bis 3 Meter lange, 10 Centimeter starke Pressschrauben mit quadratischen Gängen, wofür die Muttern in dem oberen Kranze a sitzen, niedergepresst. Nach dem Niederpressen werden neue Jöcher aufgesetzt und durch verticale Eisenbänder mit den früheren verbunden, bis man auf solche Weise das Steinkohlengebirge erreicht. Demnächst werden sämmtliche Fugen sorgfältig verstopft.

c. Zum Durchteufen der torrents dient ferner das Guibal'sche Verfahren, wobei ebenfalls Schrotzimmerung benutzt wird[251]); dasselbe ist ausgeführt auf dem Schachte Bonne Espérance bei St. Vaast im Hennegau. Ein Abtrocknen des Sandes an der oberen Seite, wie es zu Strepy geschehen, war hier nicht möglich, weil kein zweiter Schacht vorhanden war, daher konnte man auch für den späteren Anschluss comprimirte Luft nicht anwenden; ausserdem ist das Gebirge so flüssig, homogen und fast ohne Geschiebe, dass schon beim Sinken des Wasserspiegels um 0,157 Meter Durchbrüche auf der Sohle entstanden. Der Schacht ist oben 19,80 Meter tief ausgemauert, darunter befindet sich eine achteckige Cuvelage von 2,50 Meter Durchmesser, deren Basis 2 Keilkränze in 70,840 Meter Tiefe bilden, unter derselben stehen 2 Meter ohne Bekleidung, worauf die Thone (dièves) beginnen; es waren zu durchsinken 9,30 Meter Thon, 24,75 Meter Sand, im Ganzen also 34,05 Meter, worauf zersetzter weicher Schieferthon der Steinkohlenformation folgte, bis wohin also der Schacht eine Tiefe von 106,89 Meter erhalten hat. Das Niveau des Wassers stand 22,13 Meter unter Tage, also 69,31 und 91,44 Meter über der oberen, beziehungsweise unteren Begränzung des Sandes. Das Verfahren erinnert an die Methode von Brunel beim Themsetunnel und ist ein Niedergehen mit trousse coupante und eigenthümlicher Vertäfelung, wobei die eigentliche Cuvelage unten verlängert wird. Der Ausbau besteht aus zwei Theilen, einem inneren stationären und unten stets verlängerten und einem äusseren beweglichen (prisme pénétrante), an welchem der sogenannte Schild befestigt ist; der Letztere trägt in der Mitte eine Gleichgewichtssäule. (colonne d'équilibre), welche auch zum Einführen der Gezähe, Löffel u. s. w dient. Das äussere Prisma wird durch von Tage her gespeiste hydraulische Pressen niedergedrückt, welche vor nur intermittirend wirkenden Schrauben den Vorzug continuirlichen Drucks haben.

Das äussere Prisma besteht aus Jöchern von 10 Centimeter starkem Quadratholz, welche aussen und innen mit 2 Centimeter starkem, angenietetem Eisenblech bekleidet und durch innere Armirungen verstärkt sind; unten geht die Eisenbekleidung in einen Stahlschuh über. Der eingeschriebene Kreis hat einen Durchmesser von 3,27 Meter.

[251]) Dr. C. Hartmann: Fortschritte der Bergbaukunst im Jahre 1859. Leipzig 1859. S. 87. — M. Baure in berg- u. hüttenm. Ztg. von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1859. S. 227. Ebenda 1861. S. 443. — Dr. C. Hartmann: allg. berg- u. hüttenm. Ztg. Quedlinburg 1859. S. 141.

Die innere Cuvelage hat einen eingeschriebenen Kreis von 2,5 Meter, die Stärke der Hölzer beträgt 38 Centimeter.

Der Zwischenraum zwischen beiden Auskleidungen ist 1 Centimeter und wird durch schuppenartig über einander greifende Lederscheiben oder Stulpen gedichtet, welche am oberen Rande des beweglichen Prismas befestigt sind und sich gegen die Cuvelage legen.

Das Schild besteht aus Gusseisen in 8 Stücken, welche in die Ecken des Prismas treffen, an welches sie angeschraubt werden. Ebenso werden die Träger für die hydraulischen Pressen, deren je 2 auf jede Polygonseite kommen, angeschraubt. Als später ein Schildstück gesprungen war, goss man den Raum darüber mit Cement aus und bedeckte ihn mit Holz.

Das Gleichgewichtsrohr hat 0,80 Meter Durchmesser, ist aus Eisenhlech und durch Querhölzer in der oberen Cuvelage gehalten und geleitet; es ist mit Hähnen zum Verschliessen versehen.

Während des Niederpressens ist der Schacht zum Theil oder ganz voll Wasser, welches durchsickert oder zum Gegendruck für den Schild absichtlich eingelassen wird; daher sind Pumpen erforderlich, welche aber nur hängend angebracht werden können.

Das Befestigen eines neuen Joches der inneren Cuvelage erfolgt mit Holzschrauben. Um dasselbe legen zu können, muss man die bisher im Schachtinnern Behufs Erleichterung der Pressen vorhandenen Wasser sümpfen und dabei nöthigenfalls die Pressen stärker anspannen. Man sperrt die Zuleitung zu den Pressen ab, so dass die Kolben nicht zurückgehen können; demnächst öffnet man die Pressen einer Polygonseite, legt das betreffende Holz und setzt die Kolben in Gang und verfährt in gleicher Weise mit den übrigen Polygonseiten. Die Pressung beträgt 110 Atmosphären bei freiem, 50 bis 60 Atmosphären bei mit Wasser gefülltem Schacht; zuweilen steigert man die Pressung bis 175 Atmosphären.

Das Gestänge zum Bohren besteht aus Tannenholz, 0,28 Meter quadratisch stark, die einzelnen Stangen sind durch eiserne Bügel verbunden; die unterste Stange läuft in eine scharfe Spitze aus. Im Thon wird zunächst ein Vorbohrer angewendet, der aus einem langen über das Gestänge gestreiften und befestigten Muff besteht, an welchem 4 verticale Schneiden befestigt sind. Demnächst folgt man mit einem Erweiterungsbohrer, welcher aus 4 Pflugscharklingen oder Messern besteht, dieselben sind unten drehbar an einem zweiten Muff befestigt, welcher durch einen Aufhalter am unteren Ende vor dem Abgleiten geschützt ist; die Klingen sind durch 4 Arme parallelogrammartig mit dem oberen Muff verbunden, von dem aus 2 Seile zu Tage führen und dort über Haspel laufen. Sobald man in festere Theile des Kohlengebirges gelangte, sind statt der Messer sägenartig gestaltete Klingen angewendet. Zur Bewegung des Gestänges ist über Tage ein grosses Rad angebracht, welches mit Rollen nach Art der Drehscheiben auf einer festen Bühne läuft, am Umfange befinden sich mehrere Getriebe, die durch ein Winkelradvorgelege mittelst Kurbeln in

Bewegung gesetzt werden. Das Gestänge muss also in der Nabe des grossen Rades hinabgehen, doch ist das Nähere hierüber nicht angegeben.

Zum Ausräumen des Sandes dienen Löffel von 47 Centimeter Durchmesser, 2,80 Meter Länge, welche an einem aus Holz und Eisen construirten Gestänge mittelst Handschwengels gehandhabt werden, zuerst mit ganz kurzen Hüben, gleichsam pumpend, dann mit grösseren Hüben, so dass der Sand nach der Mitte rollt, bis man Hübe von 0,28 Meter giebt.

Das Aufstellen des Apparats hat vom 21. April bis 13. Juni 1857 gedauert, der Maschinen über Tage bis August 1857; am 1. März 1858 stand man 85 Centimeter im Schwimmsand und erreichte am 1. August 1859 mit 24,20 Meter Sand und mit einer Gesammttiefe von 106,57 Meter das Steinkohlengebirge.

Man würde bei diesem Verfahren auch wohl zweckmässig Eisen verwenden können, obgleich der starke Rückdruck der Pressen immerhin bedenklich ist; daher wird man für den inneren Ausbau nur Gusseisen anwenden, während der Senkcylinder wohl passender aus Eisenblech zu nehmen sein wird. Die Cuvelageringe würden jedenfalls nur niedrig sein dürfen, auch ist nicht zu verkennen, dass die Schraubenbolzen leicht leiden können. An und für sich hätte aber die runde Form und ausserdem bezüglich des Senkcylinders die geringe Stärke grosse Vorzüge, auch würde man dann vielleicht mit geringeren Pressungen ausreichen.

V. Abschluss des Fusses der Senkschächte.

Zunächst muss das Bestreben immer dahin gerichtet sein, den Schuh, wo möglich, in das feste Gebirge eindringen zu lassen. Wenn die Gränzfläche zwischen dem losen und festen Gebirge söhlig oder wenig geneigt, das letztere dabei thonig oder erweicht und aufgelockert ist, so erfolgt das Einsinken von Senkmauern durch deren ansehnliches Gewicht fast immer von selbst, ebenso auch häufig bei gusseisernen Senkschächten; ist man, was allerdings der seltenere Fall ist, mit Wasserhaltung niedergegangen, so kann man hier durch Arbeit auf der Sohle nachhelfen und das Eindringen befördern. In anderen Fällen muss man dies durch verstärkte Pressung auf die Senkschächte bewirken und damit Vorschneiden im Gebirge mittelst besonderer Bohrinstrumente verbinden, welche mit beweglichen Klingen versehen, ähnlich wie die Erweiterungsbohrer, bis unter den Schuh reichen, doch bleibt die Anwendbarkeit derartiger, nur drehend zu handhabender Instrumente allerdings auf weicheres Gebirge beschränkt.

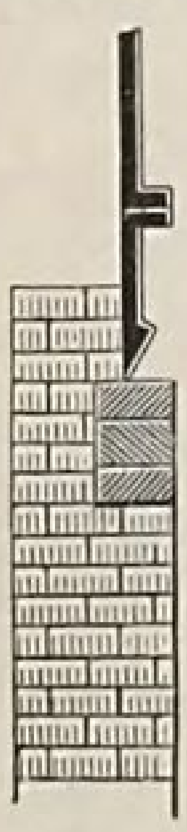
Wenn wegen Gefahr vor Durchbrüchen in der Sohle in todten Wassern gesenkt worden ist, was bei sehr mächtigen Massen die Regel ist, so bleibt zu erwägen, ob ein derartiges vorläufiges Eindringen des Schuhes einst-

weilen genügt, um nun ohne Gefahr zum Sümpfen schreiten zu können, was bei starkem Druck immer etwas bedenklich sein wird.

Hat man von vorn herein eine freie Sohle oder dieselbe durch Sümpfen frei gemacht, so muss, wenn nicht ausnahmsweise der Schuh sehr tief eingedrungen ist, nun sofort zur besseren Sicherung des Fusses geschritten werden. Bei Senkmauer begnügt man sich, wenn, wie in Westfalen, noch wasserreiches Gebirge zu durchteufen ist, häufig mit ganzer Schrotzimmerung, welche vor den Schuh, beziehungsweise den Rost gesetzt wird; alsdann führt man aber die spätere Schachtmauer oder eine etwa anderweitig gewählte Auskleidung als Futtermauer durch, wobei man sogar zuweilen den Rost zu gewinnen sucht. Besser, sicherer ist es und, wenn wassertragendes Gebirge darunter liegt, stets vorzuschreiben, etwas tiefer abzuteufen, an geeigneter Stelle eine Mauer zu fundamentiren, diese entweder direct oben anzuschliessen oder als Futtermauer theilweise durchgehen zu lassen; folgt später die eigentliche Schachtmauer auch noch als Futtermauer, so muss man hierauf bei der Wahl der Dimensionen Rücksicht nehmen.

Bei eisernen Senkschächten sichert man im Fall des Vorhandenseins einer freien Sohle den Fuss gleichfalls durch Abteufen und Aufführen von Cuvelagen, welche oben in den Senkschacht hineinreichen, also analog den Futtermauern sind, ausserdem giesst man den Raum zwischen den Cuvelagejöchern und dem Schuh mit Cement aus oder picotirt ihn. Da man hierdurch aber an freiem Durchmesser des Schachtes einbüsst, schliesst man die Cuvelage auch wohl nur unmittelbar an den Schuh an, wie zu Chalonnes, wo man im letzten Ringe der Holzcuvelage eine Rinne zum Einsetzen des Schuhes anbrachte und mit Cement hinterfüllte[252]), oder wie auf der Zeche Anna bei Aachen, wo man eine 0,942 Meter starke, auf Holzringen fundamentirte Ziegelmauer 4,237 Meter hoch aufführte, oben durch vier je 0,157 Meter hohe Holzringe abschloss, auf welche, wie Fig. 427 zeigt, der Schuh aufsitzt, hinter welchen man den Raum 0,314 Meter hoch mit Mauerwerk ausfüllte, wozu man sich eines Mörtels aus 1 Theil Portlandcement und 2 Theilen Sand bediente[253]).

Fig. 427.



Bei stärker geneigter Gränze des mittelst Senkschacht durchsunkenen und des festen Gebirges hat man wohl versucht, Behufs gefahrlosen Sümpfens eine Vertäfelung einzulassen, wie auf der Braunkohlengrube Agnes Ludowike[254]), und durch senkrechtes Anstecken die noch offenen Stellen zu verschliessen; dies kann indess nur bei weicher Unterlage geschehen

[252]) Deroux in berg- u. hüttenm. Ztg. von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1861. S. 17.

[253]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 7A. S. 79.

[254]) Ebenda. Bd. 3B. S. 239.

und ist überhaupt von sehr beschränkter Anwendbarkeit. Eine locale Ausführung dieser Art wird von der Braunkohlengrube Alexander bei Förderstedt beschrieben[254a]).

Am Allgemeinsten gebräuchlich ist es, den Abschluss in todten Wassern zu bewirken, wo man sich nur davon zu überzeugen hat, ob das Gebirge darunter, beziehungsweise bei welcher Tiefe hinreichende Tragfähigkeit darbietet. Das Verfahren besteht darin, dass man mit zusammengesetzten Meisselbohrern im festen Gebirge mit etwas geringerem Durchmesser niedergeht, einen Eisenblechcylinder einführt, nachdem zuvor auf der Sohle eine dicke Lage Trass oder Cementmörtel ausgebreitet ist; der Cylinder reicht in den Senkchacht hinein, den ringförmigen Raum zwischen beiden giesst man gleichfalls mit Cement aus. Nach dem Erhärten sümpft man, spitzt vorsichtig die Mörtellage durch, teuft weiter ab und kann nun, um sich ganz sicher zu stellen, auch den schliessenden Cylinder nach Oben und Unten durch Ansätze verlängern und unten mit anderer Cuvelage in Verbindung bringen. Es ist auf genau centrisches Einsetzen des Cylinders sehr zu achten, weshalb von Wolsky bei einem Schacht im Departement Maine et Loire[255]) Vorsprünge an die äussere Wand des Cylinders angenietet sind. Auf der Grube Anna[256]) ist man bei dem dritten Cylinder von 2,406 Meter lichter Weite mit demselben Durchmesser 2,197 Meter tief niedergegangen, hat darauf ein Rohr von 2,197 Meter lichtem Durchmesser und 20 Millimeter Wandstärke auf 4,708 Meter Höhe eingelassen, so dass ein ringförmiger Raum von 85 Millimeter verblieb; das Rohr ist aus 2 Theilen zusammengesetzt und ist in der Mitte, sowie an beiden Ecken mit 157 Millimeter hohen, 20 Millimeter breiten Ringen versehen; der Ringraum wird durch einen konischen, 78 Millimeter hohen Deckel ausgefüllt. Der Cylinder ist in eine 1,883 Meter hohe Schicht Mörtel aus 2 Theilen Trass und 1 Theil Kalk eingesenkt. Auf der Grube Maria ist dieser Mörtel noch mit wallnussgrossen Ziegelstücken gemengt. Hier ist in dem 1,569 Meter weiten Schacht ein 1,099 Meter im Lichten weiter, 3,139 Meter hoher Cylinder, in dem 1,648 Meter weiten Schacht ein Cylinder von 1,491 Meter lichtem Durchmesser und 3,766 Meter Höhe eingesetzt; ausgebohrt hatte man 1,255 Meter tief. Nach dem Einsetzen des Cylinders wurde Mörtel nachgefüllt, bis er 0,628 Meter über dem Rohre stand, wobei man denselben in dem ringförmigen Raume feststampfte. Beim späteren Abteufen nach dem Erhärten verlängerte man das Rohr 5,231 Meter in das Steinkohlengebirge hinein durch Anschrauben einzelner Platten und verdichtete den angeschraubten Theil dadurch, dass man durch Löcher der Eisenplatten flüssigen Trass einspritzte. Die Ausführung ist sehr gelungen.

Eine letzte Art des Anschliessens bedingt auch Arbeiten auf der

[254a]) Ebenda. Bd. 29B. S. 207.

[255]) Ponson I. 524.

[256]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 3B. S. 236.

Sohle, hält aber den bisher durch die im Innern aufgetretenen Wasser ausgeübten Gegendruck dadurch aufrecht, dass an Stelle des Wassers comprimirte Luft gesetzt wird. Dieses Verfahren ist im Jahre 1839 zuerst zu Chalonnes von Triger, später noch mehrfach daselbst, wie in Belgien, auch auf der Grube Maria, sowie bei der Wasserbaukunst[257]) angewendet. Auch in Oberschlesien hat man in neuerer Zeit auf der Grube Concordia bei Zabrze mittelst comprimirter Luft die Schichten schwimmenden Gebirges (Kursawka) durchteuft[258]).

Das Wesentliche ist die Luftschleuse (sac à air), in welcher die Luft comprimirt wird; dieselbe kann verschieden angebracht werden, muss aber selbstredend luftdicht schliessen. Triger hing sie an Seilen in den Senkschacht, zu Douchy, Strepy, Seraing wurde sie an die obere Mündung des Schachtes befestigt. Starke Constructionen sind für die Luftschleuse erforderlich, damit sie den Druck aushalten kann. Die Kammer ist oben und unten durch Deckel geschlossen, in denen sich zwei Fahrlöcher befinden, welche mit nach Unten aufschlagenden Klappen geschlossen sind, ausserdem sind an dem oberen Deckel zwei Communicationshähne angebracht; durch die Kammer geht ein Luftrohr, welches ebenfalls mit einem Hahn versehen ist und ausserdem für stärkere Pressungen ein Sicherheitsventil enthält. Ein Manometer ist zur Controlirung des Luftdrucks vorhanden Innerhalb der Schleuse befindet aich ein Haspel zur Förderung. In einem Wasserrohr steigen die Wasser auf, dasselbe muss verlängert werden können; beim Eindringen der Luft wird die Höhe, bis zu welcher das Wasser gedrückt werden kann, sehr gesteigert, weshalb man unten im Rohre Oeffnungen anbringt, um die Entstehung des Gemisches von Wasser und Luft zu reguliren; das Wasserrohr enthält einen Hahn, um es nach Bedürfniss fungiren zu lassen. Beim Ein- und Ausfahren der Arbeiter muss man die Pressung innerhalb und ausserhalb der Schleuse ausgleichen, wozu je nach der Höhe des Drucks eine Zeit von 15 und mehr Minuten erforderlich ist.

Die Arbeiten auf der Sohle sind sehr einfach. Wenn der Senkschacht schon eingedrungen ist, so teuft man ohne Weiteres ab, indem man stets alle Spalten mit fettem Thon u. dgl. m. verstopft, bis man feste Schichten erreicht, von denen aus man den Anschluss bewirkt; ist dies nicht der Fall, so setzt man den Abschlusscylinder ein, den man beim weiteren Abteufen nach Unten verlängert, wie es Triger gethan hat.

Die stärkste bisher angewendete Pressung scheint $4\frac{1}{2}$ Atmosphären Ueberdruck nicht zu übersteigen, was $3\frac{1}{2} . 10 = 35$ Meter Druckhöhe

[257]) Lottner ebenda Bd. 8B. S. 43., wo auch die übrige Literatur citirt ist. — Bericht einer französischen Commission in Annales des mines. 7 Série, tome X. 1866. pag. 407. — Dingler polyt. Journal. Bd. 189. S. 212. — Polyt. Centralblatt. 1868. S. 803.

[258]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 21 B. S. 296.

entspricht. Bei so starkem Druck steigt die Hitze sehr, weil bei der Compression der Luft Wärme frei wird, weshalb Abkühlung der Luft sich empfiehlt, indem man das Luftzuführungsrohr durch Wasser gehen lässt.

Bei den meisten Personen, welche sich in der Luftschleuse aufhalten, zeigen sich Anfangs Schmerzen in den Ohren oder Ohrensausen, was zu beseitigen ist, indem man den Speichel mehrmals heftig hinunterschluckt; im Uebrigen zeigen sich diese Beschwerden verschieden heftig nach den einzelnen Individuen, manche behalten mehre Tage lang eine ausserordentliche Empfindlichkeit des Gehörs. Man kann nicht pfeifen, man spricht durch die Nase, ein Ton erfordert Anstrengung, die höchsten Töne der Stimme gehen verloren; ein tauber Arbeiter hörte besser, als seine Kameraden. Die Verbrennung geht sehr lebhaft vor sich, so dass man Dochte aus Hanf statt der gewöhnlichen baumwollenen anwenden muss. Im Gegensatz hierzu war beim Bau der Brücke über den East River zu Brooklyn bei New-York, deren Pfeiler unter Anwendung von comprimirter Luft fundamentirt wurden, wahrgenommen worden, dass die Lichter nur mit kleiner russiger Flamme brannten. In demselben Falle war bei den Arbeitern eine sehr gesteigerte Lungenthätigkeit constatirt worden, indem sich bei denselben nach einem Aufenthalt von $1^1/_2$ Stunden in der Luftschleuse die Pulsschläge von 82 auf 126, in einem anderen Falle nach einstündigem Aufenthalt von 84 auf 114 in der Minute vermehrten, doch liess die Stärke des Pulses nach; dabei war die Luft warm und feucht, so dass die Arbeiter transpirirten[259]). Beim Ausfahren bildet sich in der Luftschleuse ein dichter Nebel von thonigem Geruch, auch entsteht ein empfindliches Gefühl von Kälte. Das Steigen der Fahrten ist leichter, als in gewöhnlicher Luft. Uebrigens ist eine stärkere Pressung auf die Dauer von schädlicher Wirkung auf den menschlichen Organismus, so dass man nur junge und kräftige Arbeiter verwenden darf. Ausser der Empfindlichkeit des Gehörs zeigen sich auch Schmerzen im Kopf und in den Gelenken, welche man durch Einreiben mit Branntwein oder Spiritus beseitigt. Nach dem Ausfahren müssen die Arbeiter sich warm kleiden und kräftige Nahrung zu sich nehmen. Nach Beobachtungen, welche bei Gründung der Brooklyn-Brücke angestellt wurden, sind bei 2,45 Kilogramm Druck auf den □ Centimeter alle Arbeiter von starken Gelenk- oder Knochenschmerzen oder einer vorübergehenden Lähmung der Arme oder Beine befallen worden, haben diese Schmerzen aber durch Ruhe von einigen Tagen oder durch muthige Rückkehr in die Luftschleuse überwunden. Einzelne Arbeiter konnten den stärksten Druck während 6 Stunden aushalten, die meisten mussten aber die Arbeitszeit auf 4 und sogar 2 Stunden beschränken. Um während des Winters den schnellen Temperaturwechsel minder nachtheilig zu

[259]) Berggeist. Köln 1872. S. 113. — Dingler polyt. Journal. Bd. 203. S. 502. — Friedberg in den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses in Preussen. Berlin 1872. S. 100; Dingler polyt. Journ. Bd. 205. S. 509. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1873. S. 74.

machen, wurden in der Luftschleuse Dampfrohre zur Heizung angebracht. Die Beleuchtnng erfogte durch Gas, dessen Leuchtkraft in der comprimirten Luft sehr gesteigert wurde und welches zugleich auch die Luft durch die Verbrennungsprodukte weniger verschlechterte, als Oellampen[260]).

Zu Seraing hängt die Luftschleuse aus Eisenblech mittelst gusseiserner Träger, welche zugleich eine Verstärkung des oberen Deckels bilden, auf starken Hölzern im festen Gebirge; auch der untere Deckel ist gleichfalls mit Verstärkungshaken versehen. An diesem Deckel befindet sich unten ein gusseiserner Ansatz, innerhalb dessen die Cuvelage durch Schrauben niedergedrückt wird, dieselbe bildet also gleichsam eine Stopfbüchse, indem der Spielraum durch Moos und aufgestampften Lehm verdichtet wird. Die Fugen der Cuvelage werden durch Eisenkitt aus 10 Theilen Feilspäne, 2 Theilen Salmiak, 1 Theil Schwefel, der mit Wasser angefeuchtet wird, gedichtet.

Auf der Steinkohlengrube Maria bei Höngen unweit Aachen wurde ein schmiedeeiserner Cylinder von 2,85 lichtem Durchmesser anstatt des Bohrens unter Wasser mittelst comprimirter Luft eingehenkt und in solcher Weise ein Schacht von 29,49 Meter Tiefe durch schwimmendes Gebirge abgeteuft. Mittelst der comprimirten Luft wollte man das Wasser in das Gebirge zurückdrängen, um einen stets wasserfreien Raum zum Arbeiten auf der Sohle herzustellen, was vollständig gelungen ist. Der Luftüberdruck konnte merklich niedriger sein, als dem Stand des Wasserspiegels entsprochen haben würde, und es dauerte beim Ablassen der gepressten Luft immer einige Stunden, bis das zurückgedrängte Wasser wieder in dem Arbeitsraum zum Vorschein kam[261]). Bergrath Wagner zu Aachen hat diese Arbeiten neben ihrer technischen Wichtigkeit auch nach der Seite hin sorgfältig beobachtet und beleuchtet, wie sie auf den Gesundheitszustand der Arbeiter einwirken und aus den beobachteten Krankheitserscheinungen eine Reihe von Vorsichtsmassregeln für die Arbeiter, welche in comprimirter Luft zu arbeiten haben, ermittelt[261a]).

F. Verdämmungen in Strecken und Schächten.[262])

I. In Strecken.

Man kann unterscheiden:

a. Dämme von Holz und zwar

1. Balkendämme
 - horizontale
 - verticale
 - gerade
 - cylinderische
 - schleusenartige

[260]) Der Civilingenieur. Leipzig 1872. Literatur- u. Notizblatt. S. 110.

[261]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26 B. S. 372.

[261a]) Ebenda. Bd. 26 B. S. 213.

[262]) Bolze in Dr. Karsten u. Dr. v. Dechen Archiv. Bd. 14. S. 39. — v. Dechen,

2. Keildämme { mit Verdichtung von vorn / mit Verdichtung von hinten (Keilverspunden)

b. Dämme von Mauerwerk.

1. Mauerkörper, welche nur durch ihre Masse wirken.
2. Cylinderdämme.
3. Sphärische Dämme.

Im Allgemeinen hat man zu beachten, ob während der Ausführung der Wasserabfluss nicht gehemmt werden darf, alsdann ist die Herstellung von provisorischen Dämmen mit Rinnen und das Einlegen eines Wasserabflussrohres in den Hauptdamm erforderlich; ferner ist zu erwägen, ob an der Rückseite des Dammes gearbeitet werden muss, alsdann hat man eine Fahröffnung im Damm anzubringen; endlich hat man zu berücksichtigen, ob die Wasser später abgezapft werden sollen, in welchem Fall man am Wasserrohr einen Hahnverschluss herstellen muss.

Zu den Vorarbeiten für die Herstellung des Dammes gehört das Legen einer Wasserrinne und das Befreien des Raumes von Wasser, ferner das Bearbeiten des Gesteins, welches bei jeder Art der Verdämmung auf irgend eine Art keilförmig und stets mittelst Schlägel und Eisen erfolgt, selten und nur bei geringem Druck genügt das Einhauen von Schlitzen; übrigens muss das Gestein an der Stelle, wo der Damm eingebaut werden soll, gesund und geschlossen sein, weil sonst die abgedämmten Wasser sich hinter dem Damme durch das Gebirge durchdrücken. Wenn auf der Rückseite des Dammes gearbeitet wird, dann ist für Erneuerung der Wetter Sorge zu tragen.

a. Holzdämme.

1. Stehende Dämme.

Auf der Grube la Chartreuse in Belgien[263]) hatte man ein Fallen der Streckensohle von 19 bis 20 Grad. Die Seitenstösse wurden bearbeitet, aber nicht glatt, sondern rauh, um die Verbindung sicherer zu machen. Die Balken wurden kurz vor dem Gebrauch genau passend nach der Länge abgeschnitten, auf drei Seiten bearbeitet, während die vierte Seite nach dem Wassser zu baumkantig blieb. Auf der Sohle wurde eine Mooslage ausgebreitet, über welche Bretter von Weidenholz, etwas breiter als die Balken, von 26 Millimeter Stärke gelegt wurden mit den Fasern in der Richtung

ebenda. S. 39. — Huyssen, ebenda. Bd. 25. S. 3. — Hilgenstock in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 4B. S. 139. — Ponson III. 373. — Gaetzschmann in Jahrb. f. d. Berg- u. Hüttenmann. Freiberg 1841. S. 25. — „Der Berggeist", Ztg. f. B.- u. H.-Wesen u. Industrie. Köln 1866. S. 297. 305.

[263]) Gonot in Annales des mines. Série 3. t. IX. p. 137. — v. Dechen a. a. O. S. 59.

der Strecke. (Fig. 428 Seitenansicht, Fig. 429 Grundriss.) Demnächst richtet man 2 Balken in dem einen, 3 in dem andern Stoss auf und stellt sie durch angenagelte Streben auf der Wasserseite fest; die äussersten beiden Balken lassen vorn gegen das Gestein eine kleine Fuge von 20 bis 26 Millimeter, um besser verkeilen zu können; in einem der mittleren Balken ist 0,75 Meter über der Sohle ein Loch gelassen, an welches hinten das Gerinne stösst, während vorn ein Lederschlauch zur Abführung der Wasser angenagelt ist. Der letzte, sechste, Balken erhält, um denselben fest anziehen zu können, einen durchgehenden Schraubenbolzen von 40 Millimeter Stärke, der hinten

Fig. 428.

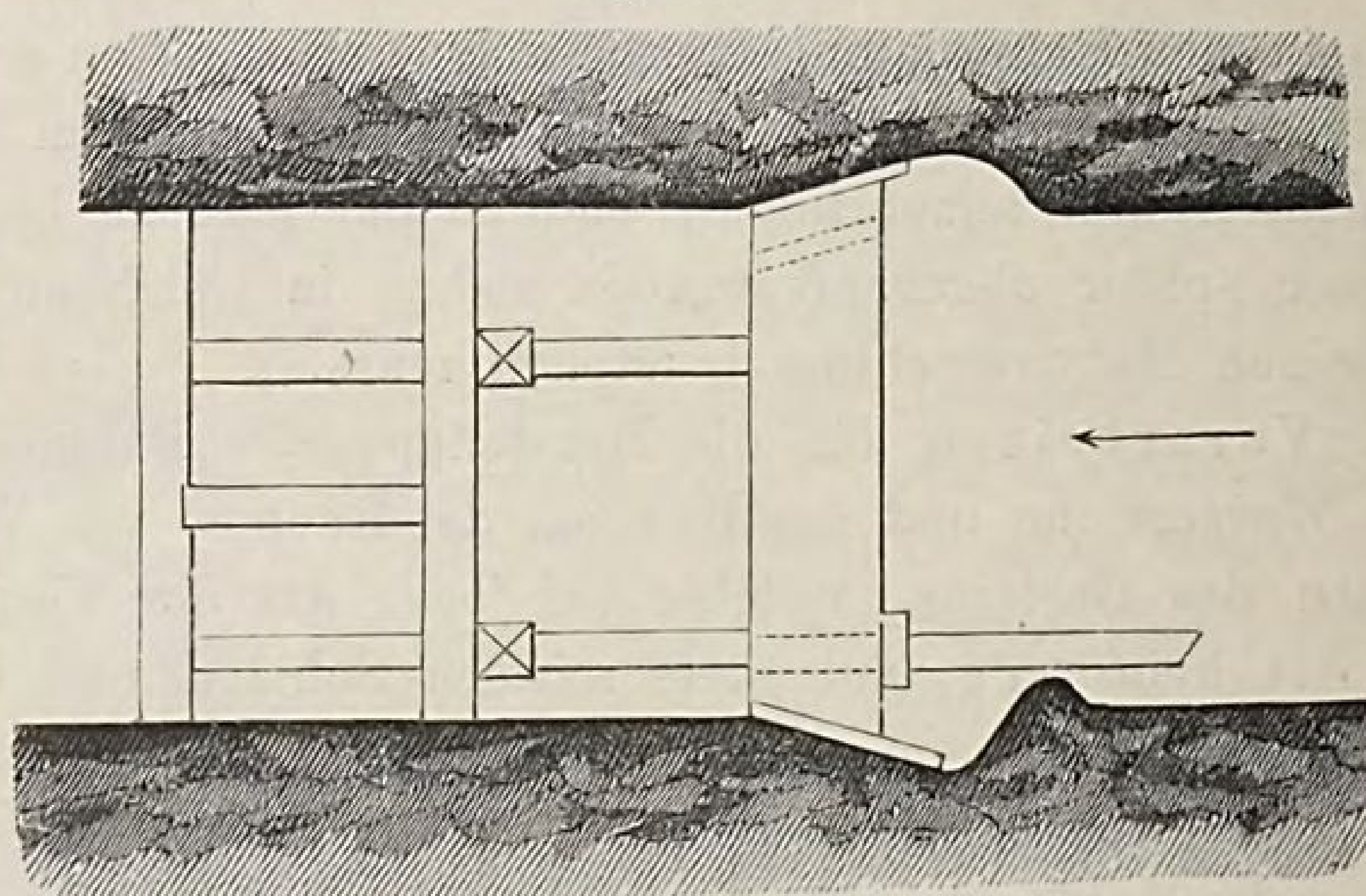
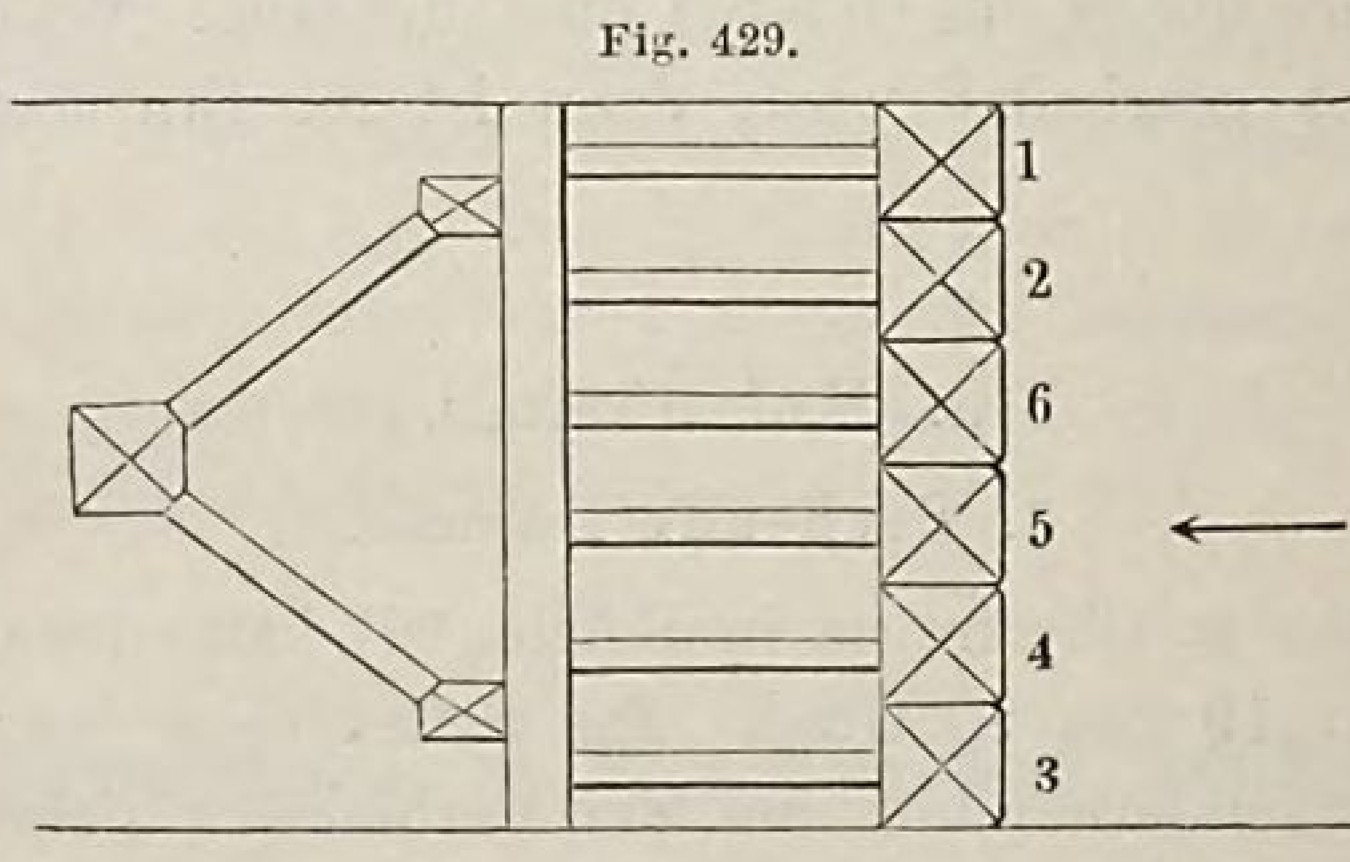


Fig. 429.



mit einer Mutter versehen ist, welche von einer Klammer gehalten wird, um später von vorn ausschrauben zu können, wobei die Mutter herabfällt. Vor dem Damm befindet sich eine starke Spreize mit einem ähnlichen Bolzen, beide sind durch eine Kette verbunden; der letzte Balken des Dammes ruht in geneigter Lage hinter dem Damm auf einer Querspreize und wird hineingezogen durch Umdrehen der Schraubenmutter des zweiten Bolzens. Einer der Balken ist oben mit einem 10 Millimeter weiten Loche versehen, um einen Luftwechsel zu ermöglichen, was hier überflüssig erscheint. Nach der Aufstellung der Balken werden alle Zwischenräume mit Moos ausgefüllt, zuerst die Fugen an den Stössen, dann zwischen den Balken, demnächst auf der Sohle, endlich an der Firste. Hiernach folgt

die Verkeilung mit Flachkeilen aus Weidenholz, dann mit schmaleren Keilen aus demselben Holz, endlich mit Spitzkeilen aus Eichenholz; das Verkeilen beginnt in der Mitte der Seitenstösse, schreitet von hier nach Oben und Unten und übrigens in derselben Reihenfolge, wie das Ausstopfen mit Moos vor. Endlich werden die Schraubenbolzen beseitigt und die Oeffnungen verspündet, zuletzt auch die zum Zuführen der Luft, wenn dieselbe voll ausgiesst. Vor dem Damme wird zur vollen Sicherheit noch eine Verspreizung vorgenommen.

2. Liegende Dämme.

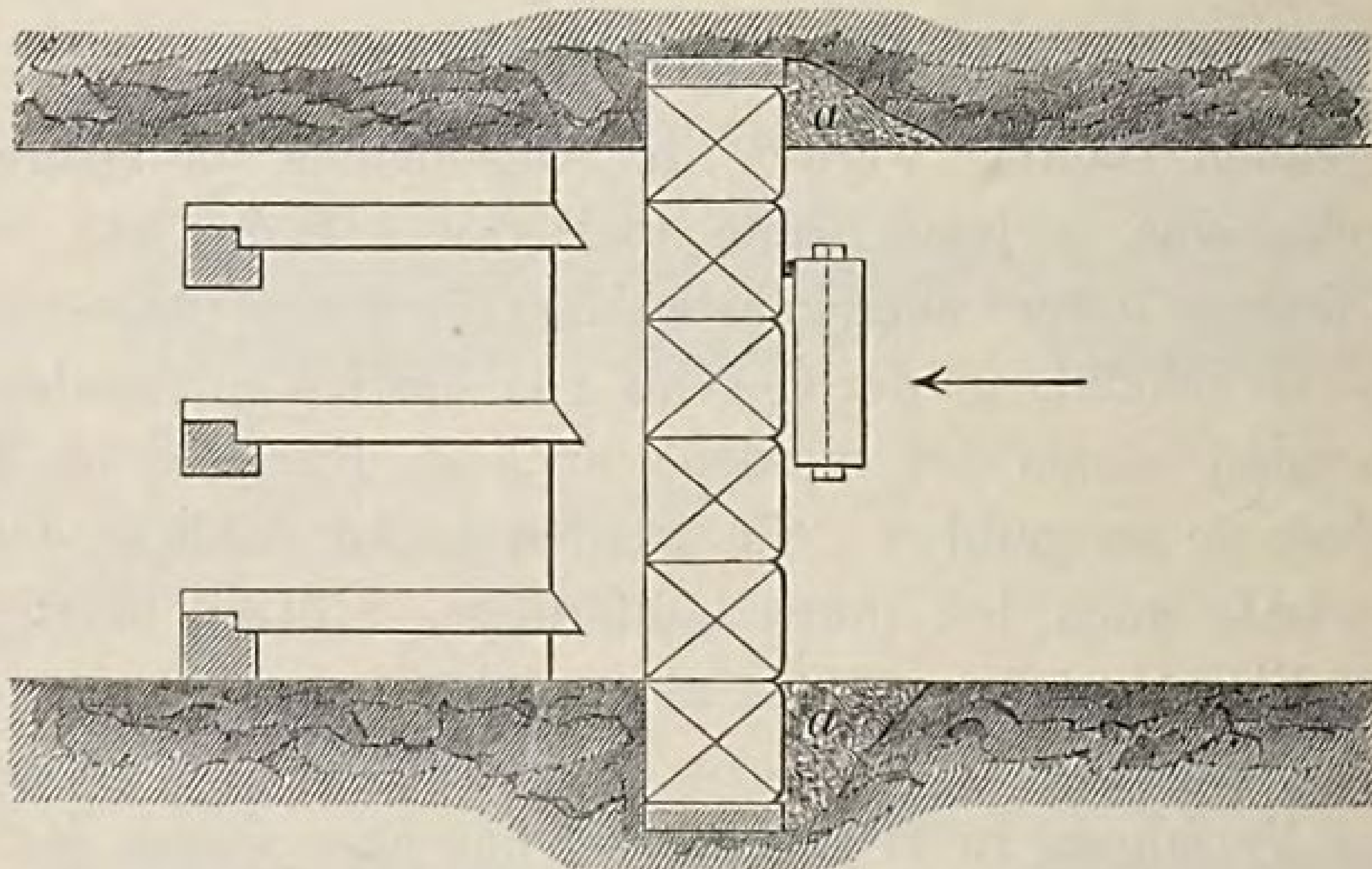
Die liegenden Dämme werden im Allgemeinen da anzuwenden sein, wo die Strecke eine geringe Breite und grosse Höhe hat, während die stehenden Dämme unter umgekehrten Verhältnissen Anwendung finden; sie sind, wie es scheint, in der Gegend von Lüttich entstanden und früher, als die stehenden eingeführt worden; auch zu Huelgoët im Departement Finisterre sind sie ausgeführt. Sie werden gegen Schlitze der Stösse gelegt, doch würde auch bei ihnen keilförmiges Stützen möglich sein; sie erhalten eine Einsteigeöffnung, was aber nicht wesentlich ist, und werden von hinten verdichtet.

Bei dem Verfahren zu Huelgoët[264]) hat man zuerst die rechtwinkelige Brüstung, den Schlitz, ausgehauen, wobei man grössere Vertiefungen im Gestein mit hydraulischem Mörtel ausfüllte. Die Stärke der eichenen Balken wurde auf fünffache Sicherheit bemessen, ihre Höhe so gross, wie möglich. Im mittleren Balken, welcher etwas dicker, als die übrigen genommen wurde, ist ein rechteckiges Einsteigeloch, 0,44 Meter lang, 0,25 Meter hoch, eingebracht; auch der zweite Balken über der Sohle ist dicker und enthält zwei Abflussöffnungen für die Wasser. Die Balken sind 46 Millimeter kürzer, als der Zuführungsraum im Gestein, ihre hinteren Kanten sind gebrochen (Fig. 430 Seitenansicht). Die Stösse des Zuführungsraumes werden mit Schwämmen und gebranntem Kalk abgetrocknet; gegen die Stösse und die Sohlen sind 26 Millimeter dicke Tannenbretter gelegt, welche auf der äusseren Seite mit Leinwand bespannt und mit Kitt aus eingekochtem Leinöl, Bleiglätte, gebranntem, an der Luft zerfallenem Kalk und zerhacktem Werg bestrichen sind; auch zwischen die Balken wird Leinwand, welche auf beiden Seiten mit demselben Kitt bestrichen ist, gelegt. Jeder Balken wird unmittelbar nach dem Verlegen an den Stössen verkeilt und dabei durch Stempel, welche gegen die Firste abgesteift sind, niedergehalten. Zwischen dem obersten Balken und der Firste bleibt eine Fuge von 20 Millimeter, welche ebenfalls verkeilt wird, doch geschähe das Verkeilen vielleicht besser in einer mittleren Fuge. Demnächst werden die Fugen an der Wasserseite kalfatert und darüber mit Kitt bestrichene Leinwandstreifen genagelt. Den freigebliebenen Zuführungsraum füllt man bis zu den ge-

[264]) v. Dechen a. a. O. S. 66.

wöhnlichen Streckendimensionen mit Beton an, aa in der Figur. Die Einsteigeöffnung sollte mit einem Spund aus 3 Stücken Tannenholz verschlossen werden, was indess misslang; man brachte deshalb eine 64 Centimeter lange, 42 Centimeter hohe, 12 Centimeter starke Klappe aus Buchenholz an, welche von der Innenseite, ebenso wie die Oeffnung selbst, mit einem Lederrande versehen ist; dieselbe wurde über der Oeffnung aufgehängt, Anfangs mit Eisenstangen angezogen, bis später der Wasserdruck sie von selbst schloss.

Fig. 430.



Die Klappe würde bei etwaiger Durchbiegung nicht mehr schliessen, weshalb sie von vorn verstrebt wurde. Zu Lüttich verschliesst man die Oeffnung mit keilförmig bearbeitetem Spund, welcher mittelst Schraubenbolzen von vorn angezogen wird.

In Belgien legt man die liegenden Dämme, auch ohne Einsteigeloch, mit schräger Zuführung an, so dass der untere und obere Balken hinten höher, als vorn, zugerichtet werden muss. Ringsum bringt man auf die Zuführungsfläche Moos an und zwischen den Balken Tannenbretter; das Verkeilen der Fugen erfolgt von vorn. Auf der Grube Nouvelle Haye hat man bei 1,412 Meter Weite, 1,569 Meter Höhe der Strecke 3 Balken von 0,628 Meter Dicke, 0,523 Meter Höhe, die dazwischen gelegten Bretter sind 13 Millimeter stark; die Druckhöhe beträgt 31,385 Meter.

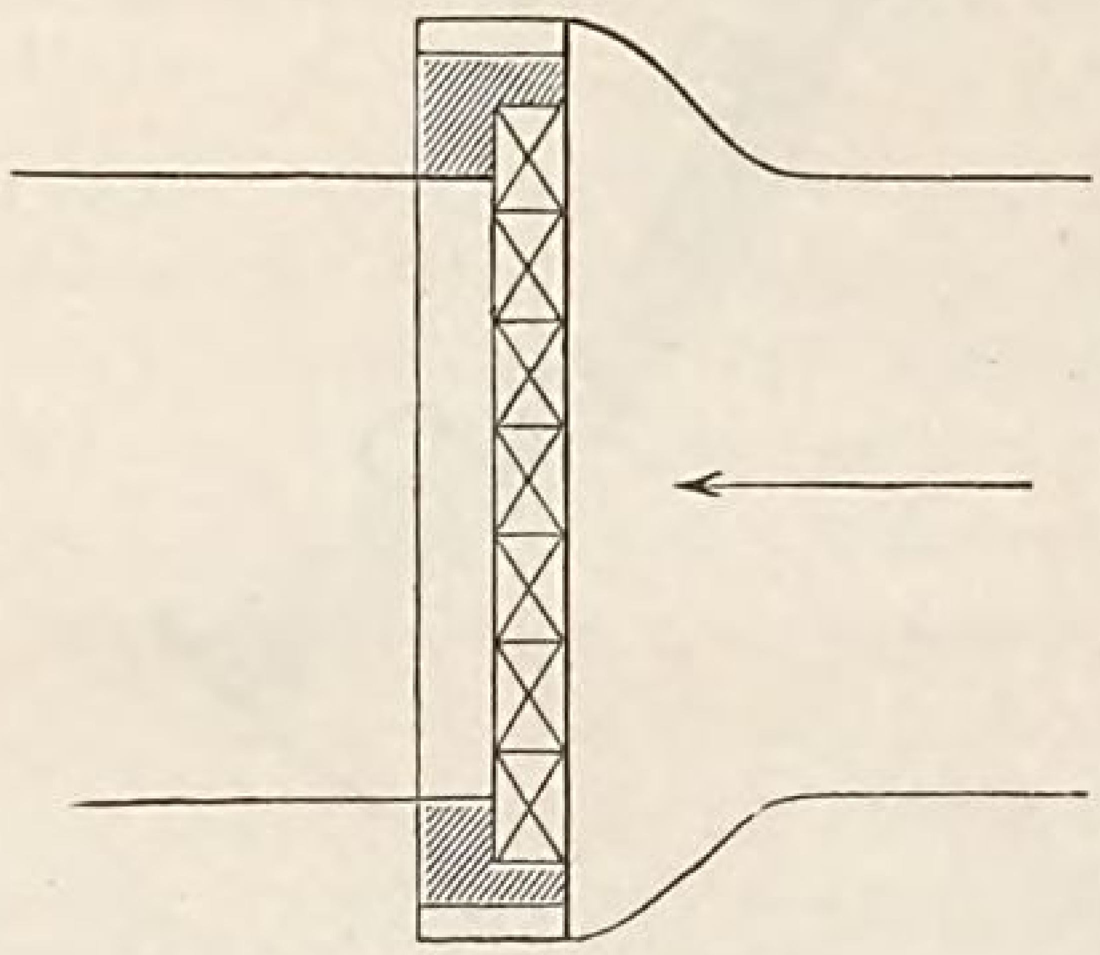
Auf der Grube Centrum bei Eschweiler hat man in einem 1,726 Meter hohen, 1,412 Meter weiten Querschlage bei Druckhöhen von 18,831 bis 21,970 Meter einen ähnlichen Damm, wie zu Huelgoët; das Eichenholz ist 0,262 Meter stark, gegen die Firste ist eine Bohle gelegt und daselbst die Verkeilung begonnen, worauf erst später an den Köpfen der Balken verkeilt ist, was richtiger scheint, als das Verfahren zu Huelgoët.

Zu Dieuze hat man bei einer Art solcher Dämme wirkliche Schlitze, Fig. 431, ausgehauen und die Balken hineingelegt, so dass für die letzten oberen Balken eine Erweiterung nöthig wird; das Verkeilen erfolgt senkrecht zu den Stössen in einem Raum von 59 Millimeter, was zwar leicht sein mag, aber sehr festes Gestein voraussetzt. Im anderen Falle stellt

man in den Schlitz ein Geviere auf und verkeilt dies gegen die Schlitzflächen, ähnlich wie bei der Schachtzimmerung; die Gevierthölzer haben nach hinten einen Einschnitt, in welchen Bohlen horizontal eingelegt werden. Dies wird dicht nur gelingen, wenn man von höheren Bauen aus Zugang zu der Wasserseite hat; dagegen wird sicher durch Anwendung eines solchen Gevieres das Gestein am wenigsten angegriffen.

Im Schafbreiter Revier bei Eisleben[265]) hat man auf ähnliche Weise für Klotzdämme ein Geviere gelegt, indem man in den Stössen, in der Firste und Sohle auf 1,255 Meter Breite zuführte, ein 0,628 Meter

Fig. 431.



breites Geviere mitten hineinlegte und zu beiden Seiten desselben in allen 4 Stössen, ähnlich wie bei Schächten, durch Picotagebohlen, Klötze und Picotiren, verdichtete. Aehnlich ist daselbst auch eine Spalte im Rothliegenden durch Eintreiben erst weicher, dann harter Keile vorläufig geschlossen, dann ein Geviere von 0,314 Meter im Quadrat starkem Eichenholz davor gesetzt, welches ringsum mit getheerten Hanffäden umgeben und mit weichen Keilen verkeilt wurde, alsdann wurde der Raum zu beiden Seiten von 0,275 Meter Breite mit Picotageklötzen verdichtet. Aehnlich verkeilen auch die Engländer einzelne Quellen in sonst dichtem Gestein.

3. Schleusendämme.

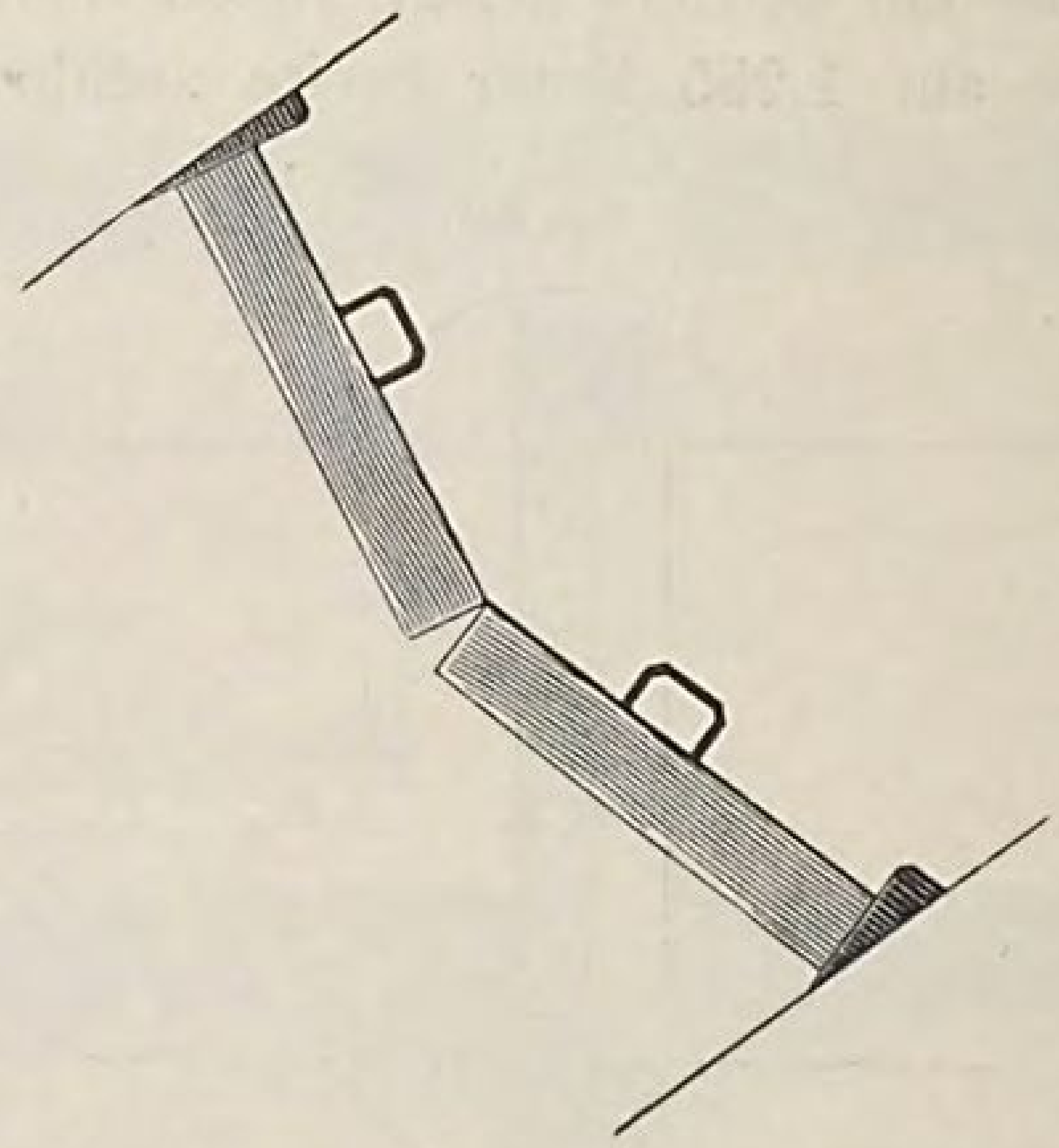
Das Flötz Diamant der Grube Chartreuse bei Lüttich[266]) hat ein Fallen von 45 bis 50 Grad, die Höhe der Strecken beträgt 4 Meter; Hangendes und Liegendes besitzen nicht gehörige Festigkeit, wogegen die Kohle besser zum Widerlager geeignet ist. Zur Einbringung des Schleusendammes führt man die Kohlenstösse winkelrecht zum Flötzfallen zu und entfernt das gebräche Hangende und Liegende. In vier Lagen werden 8 Balken von Buchenholz, 0,588 Meter stark, etwa 0,445 Meter hoch, auf und neben ein-

265) Bolze, a. a. O. S. 13.

266) v. Dechen, a. a. O. S. 75.

ander so gelegt, dass sie nach der Wasserseite 0,307 Meter vorspringen; Fig. 432 stellt den Grundriss dar. In der Mitte nach der Wasserseite zu bilden die Balken eine keilförmige, 65 Millimeter weite Fuge, ebenso vorn auf der trocknen Seite an den Stössen. Am Hangenden und Liegenden sind keilförmige Tannenbretter und Moos zur Verdichtung angebracht, ebenso Keile und Moos zwischen Kohle und Balkenköpfen und Moos zwischen

Fig. 432.



den Balken. Die obersten Balken werden durch Handgriffe und Winden angezogen und festgelegt. Das Verkeilen zwischen Bretter und Balken am Hangenden und Liegenden, sowie zwischen den Keilen und Köpfen an der Kohle erfolgt wie gewöhnlich.

4. Keildämme.

Im Mansfeldischen erfolgt das Aussetzen des oben erwähnten Keilgevieres aus Eichenholz durch 0,628 Meter lange Keile aus Kiefernholz, deren Seitenflächen eine solche Neigung haben, dass ihre Verlängerung in einem 6,905 Meter entfernten Punkte zusammentrifft. Die Keile werden so über einander gelegt, dass die verticalen Fugen alterniren; ein Fahrrohr von 0,366 Meter Durchmesser wird eingelegt, damit die Schlusskeile von der Wasserseite aus eingebracht werden können. Das Ort hat vor der Zuführung eine Höhe von 1,726 Meter, eine Weite von 1,255 Meter, nach der Zuführung beziehungsweise 2,354 und 1,883 Meter. Beim Auftreten des 22 Meter hohen Drucks wird das Harz aus den kiefernen Picotage- und Dammklötzen herausgepresst, weshalb man mit Keilen nachhelfen muss; durch den Druck werden die Keile etwa 26 Millimeter weit nach vorn gerückt.

Auf den Gruben Spanbruch und Prick bei Aachen[267]) hat man einen Keildamm mit Schluss von der vorderen Seite angelegt. Der Querschlag ist auf 0,942 bis 1,255 Meter Länge gleichmässig erweitert, auf der

[267]) v. Dechen, a. a. O. S. 79.

trockenen Seite 1,883 Meter, auf der Wasserseite 2 Meter hoch; die Bearbeitung der Stösse erfolgt in Form einer Pyramide, deren Spitze 12 bis 13 Meter vor der Vorderseite des Dammes liegt. Die Keile jeder Lage sind gleich stark, aber verschieden stark in den einzelnen Lagen, um das Holz besser benutzen zu können, die Stärke beträgt 16 bis 21 Centimeter, selten 10 bis 13 Centimeter; sie werden abgehobelt und so abgeschrägt, dass die Verlängerung der Seitenflächen in eine Spitze zusammentrifft; nur der Schlusskeil jeder Lage und die beiden daran stossenden machen eine Ausnahme, da jener auf der Wasserseite 13 Millimeter schmaler, als auf der trocknen Seite ist, indess kann er doch nicht durch den Druck herausgetrieben werden, weil er, wie alle anderen Keile, auf der Wasserseite höher ist, als vorn. Der Schlusskeil darf zunächst nur auf die Hälfte seiner Länge passen, die andere Hälfte wird mit eisernen Stampfern eingetrieben. Beim Aufeinanderlegen der Lagen hat man darauf zu sehen, dass die verticalen Fugen abwechseln. In der Mitte ist eine Schlusslage angebracht, deren Keile zunächst auf ein Drittel der Länge passen und eingetrieben werden, wenn der Damm aufgebaut ist. Damit das Eintreiben der Schlusskeile die Hölzer nicht verschiebt, sind hinter dem Damm 3 verticale, 16 Centimeter starke Stempel aufgestellt, welche eingebühnt und mit starken Bohlen nach der trockenen Seite benagelt werden. Die Schlusslage wird durch eine 21 bis 24 Centimeter starke, abgespreizte Schwelle gesichert, demnächst wird die Abflussöffnung verspündet, auch beseitigt man Undichtigkeiten durch Verkeilen. Der Sicherheit wegen bringt man vor diesen Damm einen zweiten von 0,628 Meter Stärke und stampft den Zwischenraum von 0,314 Meter Breite mit Letten aus, der zwar nicht unmittelbar hilft, aber durch Eindringen in die Fugen des vorderen Dammes denselben verdichtet. Auf der Grube Prick hat man die Seitenstösse vor dem Legen der Keile mit Mörtel aus ungelöschtem Kalk, weichem Käse und feingezupften Moose bestrichen.

Bei dem Keilverspünden in Sachsen[268]) findet das Arbeiten auf der Rückseite statt, es unterscheidet sich von den anderen Keildämmen wesentlich dadurch, dass es nach der Kugeloberfläche geformt mit radialen Seitenflächen begränzt ist, also Ausschnitte einer Hohlkugel darstellt. Die Stärke der ausgeführten Keilverspünden beträgt gegen 1,883 Meter, der innere Radius nach Gaetzschmann im Durchschnitt 6,5 Meter, bei 2,615 Meter Streckenhöhe, für Druckhöhen über 200 Meter ist er indess geringer zu wählen und beträgt auf der Grube Churprinz bei Freiberg 5,649 Meter, auf der Grube Abraham 6,434 Meter. In Sachsen nimmt man zu den Keilklötzen, welche am vorderen, schwächeren Ende 16 bis 18 Centimeter Breite haben, Nadelholz, Fichte, Tanne, Kiefer; das Holz muss ganz trocken sein und über Tage genau bearbeitet und numerirt werden.

[268]) v. Dechen, a. a. O. S. 84. — Gaetzschmann im Jahrb. f. d. Berg- u. Hüttenmann. Freiberg 1839. S. 9; 1841. S. 25.

Den Mittelpunkt des Kugelausschnitts bezeichnet und fixirt man und bringt von dort eine Schnur an, welche zugleich als Radius und Lehre für die Zuführung dient, wofür man die gewöhnliche Streckenform anhält, um an Arbeit zu sparen; zweckmässig macht man die Zuführung länger, als die Dammstärke, weil unter starkem Druck der ganze Damm nach vorn vorrückt.

Auf die Sohle legt man doppelt genommene, innerhalb getheerte graue Sackleinwaud, welche man als Mantel um den ganzen Damm mitnimmt. Die beiden äussersten Holzklötze jeder Lage werden an Ort und Stelle genau angepasst, worauf eine provisorische Verlagerung jeder Lage von den Seiten nach der Mitte erfolgt, um den Schlusskeil abmessen zu können, der dann erst bearbeitet wird, man giebt 7 bis 10 Millimeter zu, je nach der Zahl der Fugen und nach dem Ermessen, ob man ihn ganz wird eintreiben können. Erst nach dem vorläufigen Einpassen bringt man die Liderung durch die Leinwand an und verlegt dann die Klötze definitiv.

Bei dem Aufeinanderlegen der einzelnen Lagen hat man dafür zu sorgen, dass die verticalen Fugen alterniren. Die Leinwand befestigt man für die letzten Lagen an Döbbeln in der Firste.

Für den Wasserabfluss bringt man ein stärkeres Holz (a in Fig. 433 und 434) von 0,314 bis 0,523 Meter Seitenbreite, durch 2 Lagen reichend, an; dasselbe wird je nach der Wassermenge 52 bis 105 Millimeter konisch erweitert; dies hat man erst nöthig, wenn der Damm das möglichst hoch gelegene Gerinne erreicht, welches man an das Loch anstossen lässt, wobei man dafür Sorge zu tragen hat, dass vorn und hinten der Zuführungsraum trocken bleibt.

Das Fahrrohr b wird in halber Höhe angebracht; die vordere Hälfte ist cylinderisch, von etwa 0,471 Meter Durchmesser, und wird nach hinten um etwa 65 Millimeter konisch erweitert; hinten hat das Rohr einen 26 Millimeter hohen, vorspringenden Rand, mit welchem es sich an die Hinterwand des Dammes anlehnt. Die Hölzer der Schichten, in welchen die Fahrröhre liegt, werden genau nach der Schablone bearbeitet, ausserdem wird das Rohr mit dichtender Leinwand umwickelt.

Zur Abführung der angespannten Luft wird in der zweiten Schicht von Oben ein Holz mit einem 26 Millimeter, höchstens 52 Millimeter weiten Loche c durchbohrt und daran hinten eine knieförmig gebogene Ansatzröhre angebracht.

Das Luftrohr wird Vorn verspundet, für das Fahrrohr und das Wasserrohr werden die Spunde hinter dem Damm vorräthig gehalten. Vor dem Verspunden erfolgt das Verkeilen auf der hinteren gewölbten Seite in dem Holze selbst. Zuerst treibt man weiche Keile aus Fichtenholz ein, dieselben haben einen linsenförmigen Durchschnitt, sind 0,785 Meter lang, oben 33 Millimeter stark, 78 bis 105 Millimeter breit; sie werden schräg gestellt und um alle Fugen, an der Fahrröhre, an den Stössen oft drei- und vierfach eingekeilt; dann setzt man Keile von hartem Holz, 0,471 Meter lang,

26 Millimeter stark, oben 52 bis 65 Millimeter breit ein, endlich auf Erfordern, namentlich in der Schicht über der Sohle eiserne Keile von 0,471 Meter Länge, 78 Millimeter Breite, 26 Millimeter Stärke. Das Verkeilen schreitet von Oben nach Unten fort, zuletzt sind alle Fugen verschwunden, so dass der Ton beim Anschlagen ganz hell ist.

Fig. 433.

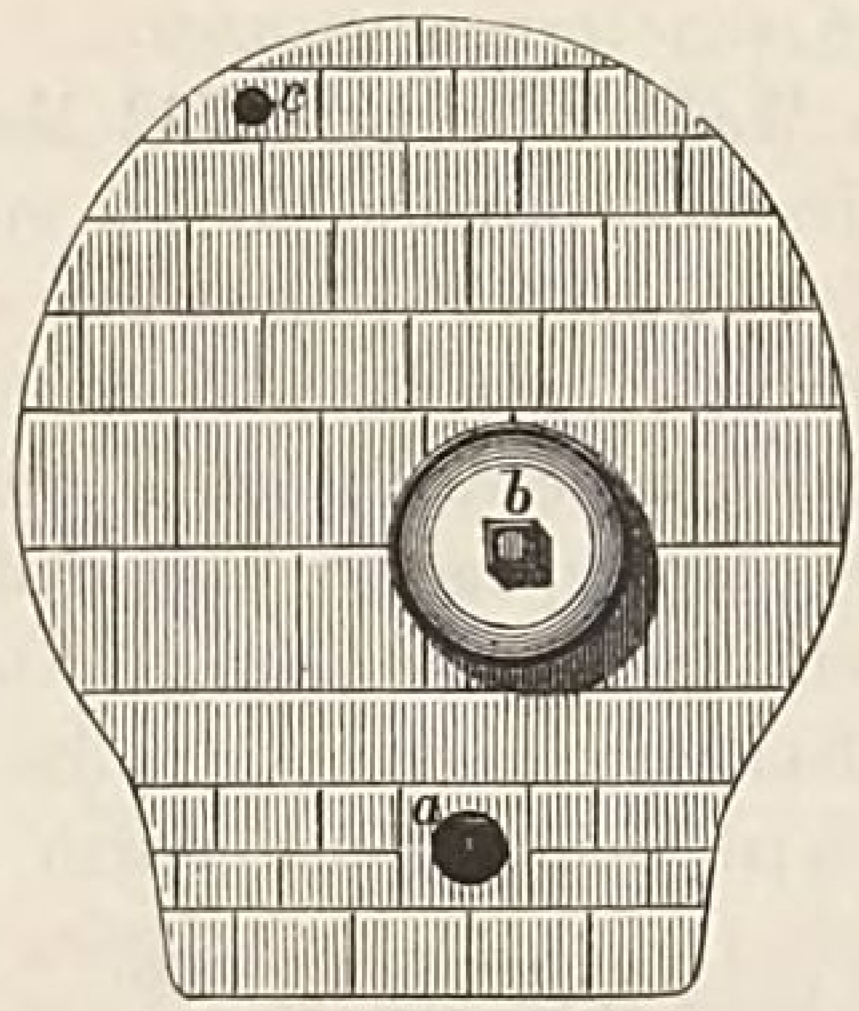
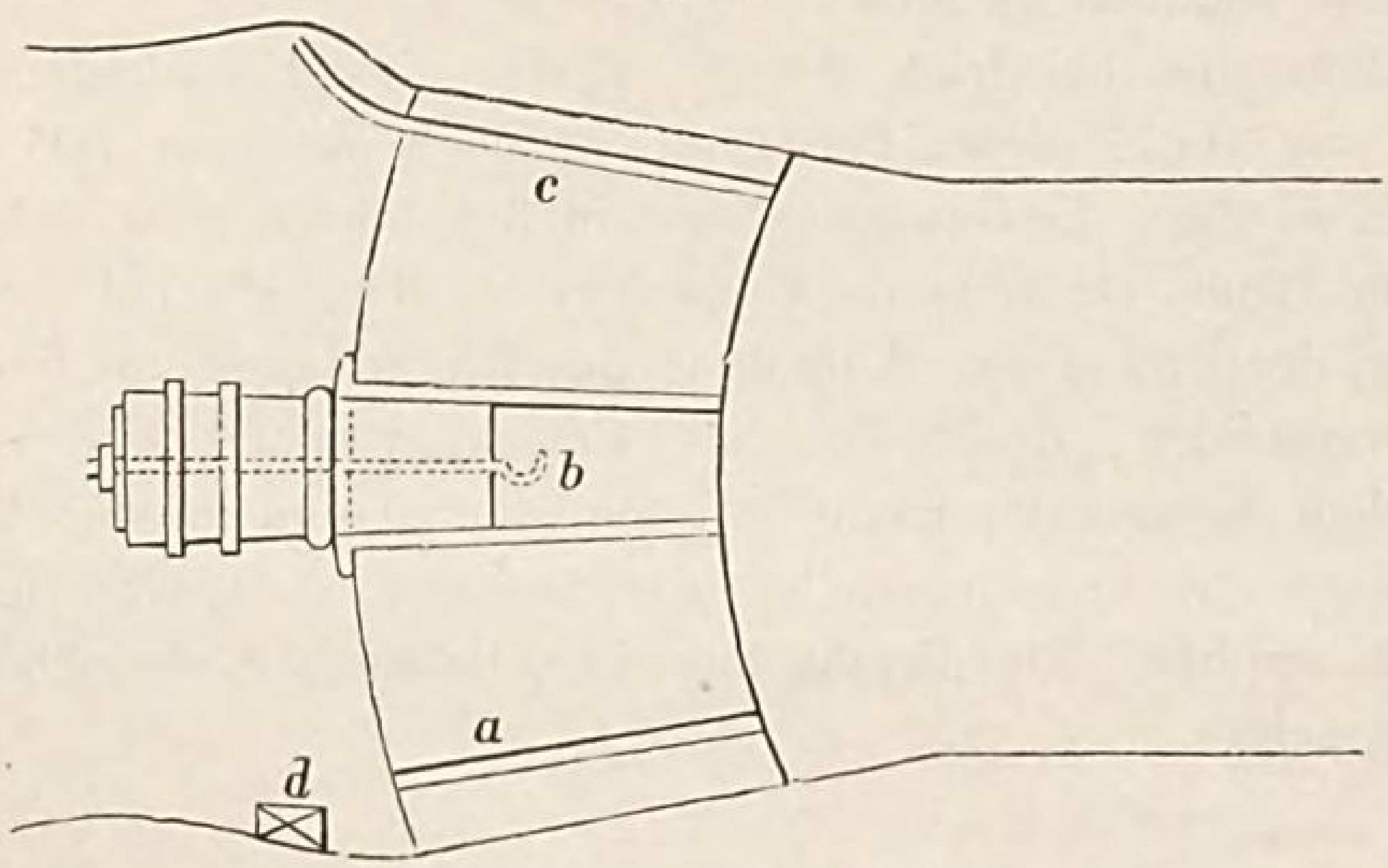


Fig. 434.



Die Rückseite wird mit alter Kunstschmiere, aus Pech, Seifensiederlauge, Seife und Leinöl bestehend, welche durch Erwärmen flüssig gemacht und mit wenig Theer und ungelöschtem Kalk versetzt ist, bestrichen. Auf der Sohle bringt man auch wohl in 52 Millimeter Abstand eine kantige Spreize d an und stopft den Raum zwischen dieser und dem Damm mit Seilfäden, welche in demselben Kitt getränkt sind, dicht aus.

Der Spund für das Fahrrohr ist aus Rothbuchenholz, etwa 1 Meter lang und etwas stärker als der lichte Durchmesser des konischen Theils des Rohrs gefertigt, hinten ist er mit 3 Ringen gebunden und geht genau passend 0,523 Meter tief in das Rohr. Durch den Spund geht eine 39 Milli-

meter starke Zugstange, welche fest eingedichtet ist und vorn mit einem Haken, hinten mit einer Schraubenmutter versehen ist. Die Liderung des Spundes in der 65 Millimeter breiten, 13 Millimeter tiefen ringförmigen Aushöhlung des Rohrs besteht aus in Talg getränkten Hanffäden, welche beim Einziehen des Spundes eine 26 Millimeter dicke Wulst bilden; über die Hanffäden wird Leinwand gelegt, welche mit Kolbenzwecken befestigt wird. Der Spund wird unter Erwärmen stark mit Talg getränkt und mittelst Ketten und Winden von vorn angezogen.

Der Spund für das Wasserrohr ist 0,732 Meter lang, etwas stärker als der konische Theil des Wasserrohrs, hinten mit einem eisernen Ringe versehen. Dieser Spund wird nach Fertigstellung des Dammes von Hinten eingetrieben, wobei die Arbeiter zum Fahrrohr ausfahren und für dieses den Spund von Vorn her anziehen; endlich erfolgt das Verspünden des Luftrohrs von Vorn, sobald die angespannten Wasser durch dasselbe austreten. Zuletzt verkeilt man noch die vordere Seite des Dammes ganz ähnlich, wie es früher hinten geschehen war; alsdann tritt das Wasser bei guter Ausführung nur noch in Gestalt feiner Nebel durch die Zwischenräume der Holzfasern hervor.

Die Druckhöhen betrugen bis 247 Meter, bei zwei derartigen Ausführungen hatte man auf den Quadratcentimeter einen Druck von 12,25, beziehungsweise 18,39 Kilogramm.

Auf Churprinz Friedrich August rückte das Verspünden innerhalb 746 Tagen um 0,677 Meter vorwärts, in noch weiteren 506 Tagen um 0,078 Meter, so dass die Bewegung erst in $3^1/_2$ Jahren ganz aufgehört hat.

Auf der Grube Gabriele bei Steierdorf im Banat[269]) hat man, um die Bearbeitung der Stösse zur Aufnahme des Klotzdamms mit Schlägel und Eisen zu vermeiden, die Stösse mit Cement verputzt und vollkommen ebene Flächen hergestellt; auch hat man den Damm an der Wasserseite und besonders die Anschlussstellen des Dammes an die Stollnstösse gut mit Cement verputzt. Der Erfolg war ein vollständiger, da sich der Damm völlig dicht zeigte.

b. Gemauerte Dämme.

1. Massive Mauerkörper.

Die Ausführung eines massiven Mauerdammes findet sich auf dem Schachte Grand Trait de l'Agrappe[270]) in einer Stärke von 5,40 Meter; die Sohle und Firste ist 0,70 Meter tief eingehauen, die Form der Mauer ist aus Fig. 435 ersichtlich, sie beginnt mit einer Schicht a aus 3 Ziegelstärken, von welcher etwa 0,5 Meter entfernt eine zweite Schicht b aus 2 Ziegelsteinstärken folgt, während der Raum zwischen beiden mit Mörtel c aus-

[269]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1877. S. 522.

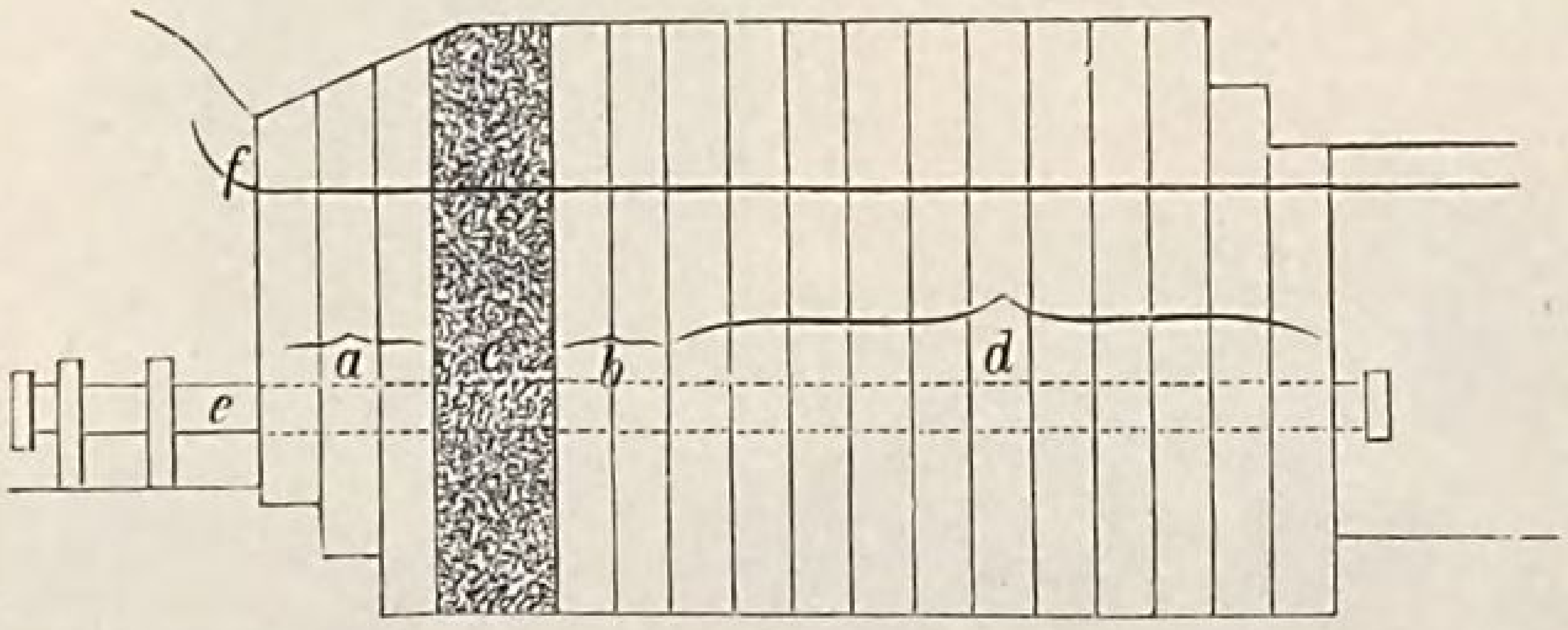
[270]) Ponson III. 402.

gefüllt wird, endlich führt man den übrigen Theil d aus, welcher in terrassenförmigen Schichten nach Innen und Oben aufgemauert wird. Der Mauerkörper wird mit Wasserrohr e und Luftrohr f versehen. Derselbe widersteht nur durch sein eigenes Gewicht und muss sehr sorgsam ausgeführt werden, weshalb man besser gewölbte Formen nimmt.

Auch auf der Grube Maria bei Aachen ist ein solcher massiver Mauerkörper eingebaut[271]).

Eine Absperrung sehr bedeutender Wasserzuflüsse durch einen Mauerdamm ist auf dem Schacht Monterrad No. 1 zu Firminy erfolgt[272]).

Fig. 435.



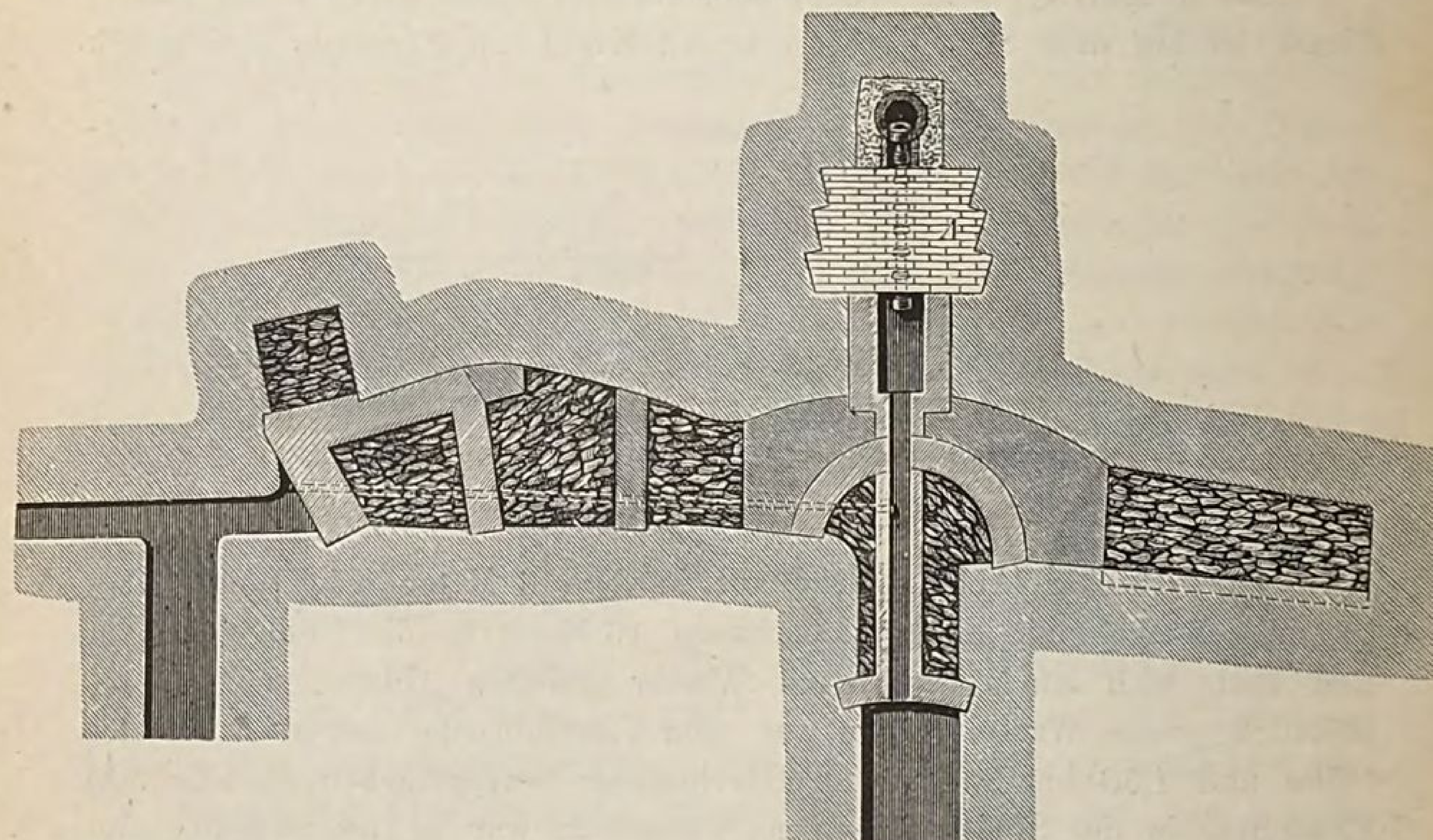
Man war von der Abbaustrecke aus in dem 6 Meter mächtigen Flötze (grande couche) mit einem Ueberhauen 16 Meter in die Höhe gegangen und hatte sich einem alten, mit Wasser gefüllten Abbau genähert, als plötzlich grosse Wassermengen aus dem Firstenbruche von etwa 6 Meter Höhe und 1,50 bis 3,00 Meter Durchmesser hereinbrachen, welche 500 Hektoliter in der Stunde betrugen; ausserdem war in der Strecke beim Ansatzpunkt des Ueberhauens die Firste zerrissen und undicht geworden, so dass nicht nur die Wasser abgesperrt, sondern auch die Strecke gesichert werden musste, was durch eine gemeinschaftliche Mauerung geschah, Fig. 436 und 437. In dem Ueberhauen wurde der Hauptmauerdamm A in einer Stärke von 5,50 Meter aufgeführt, die Breite des Ueberhauens betrug 3,50 Meter, die Höhe 2,60 Meter bis 2,80 Meter. Der Damm wurde in das Liegende des Flötzes in 3 Stufen von 0,60 Meter bis 0,80 Meter Höhe eingebühnt; dieselben Stufen befinden sich auf der Oberfläche des Dammes, wo er in die Dachkohle eingreift, und sind dieselben ein wenig nach vorn geneigt. Auch an beiden Seiten sind derartige Absätze, welche 1,30 bis 1,80 Meter weit an den Stössen des Ueberhauens in die Kohle eingreifen. Die Mauer wurde aus Klinker und mit Cement von Grenoble ausgeführt. Durch die Mauer wurden drei Rohre geleitet. Das eine aa

[271]) Honigmann in berg- u. hüttenm. Ztg. v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1865. S. 185.

[272]) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin. Bd. 14. S. 200. — Chanselle: serrement en maçonnerie in Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. t. XIV. p. 209.

von Gusseisen 0,50 Meter weit diente zum Durchkriechen der Arbeiter und zur Durchführung des Mauermaterials, sobald die Höhe des Dammes es nicht mehr gestattete, darüber hinweg zu gelangen; dasselbe ist cylinderisch und nur an seinem hinteren, dem Wasser zugekehrten Ende konisch, wo beim späteren Schluss des Dammes ein konischer Zapfen von Buchenholz hineinpasst. Ein zweites gusseisernes Rohr bb von 0,15 Meter Weite

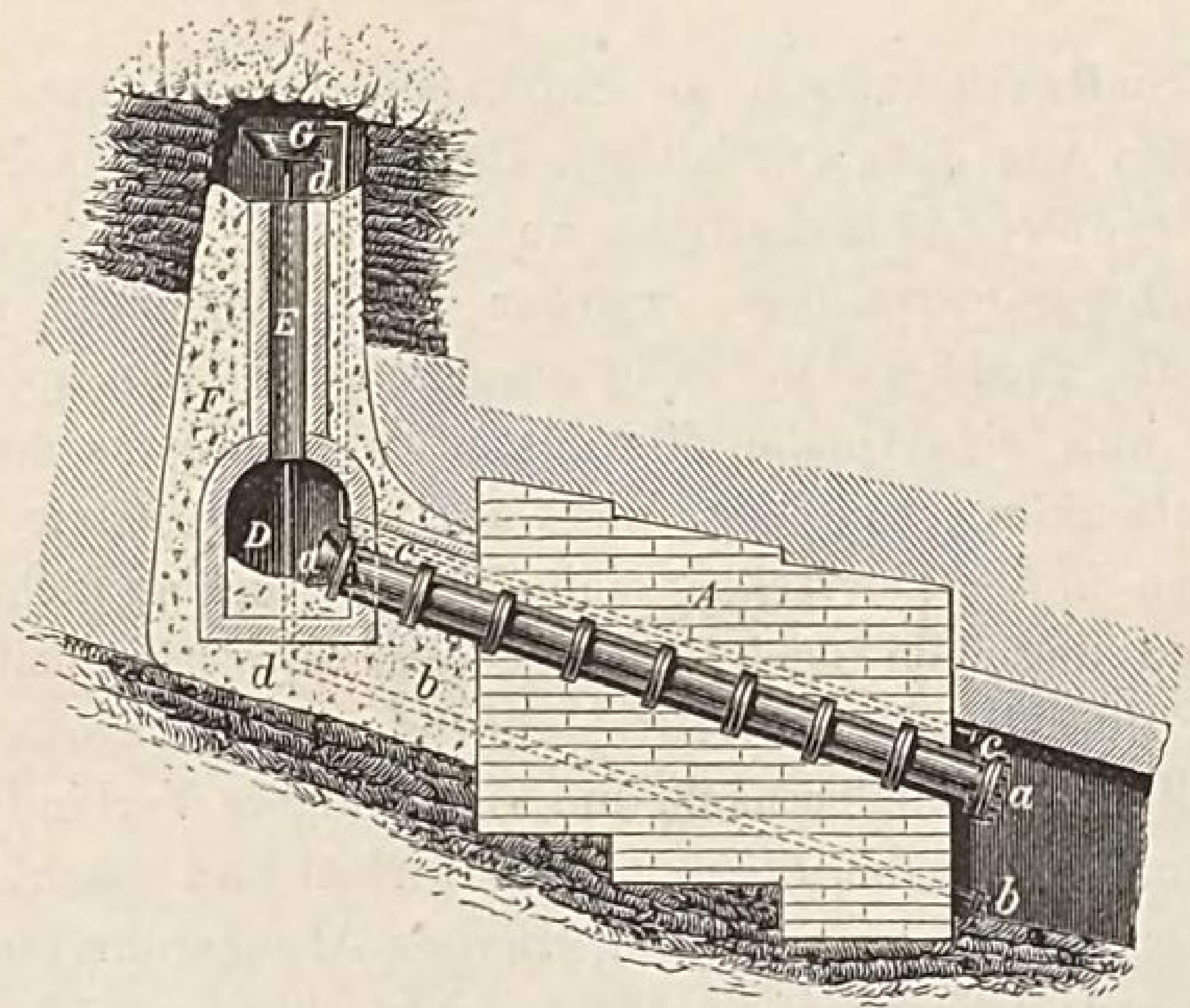
Fig. 436.



diente zum Durchlass des Wassers während der Aufführung des Dammes, liegt möglichst nahe an der Sohle desselben und wurde gleichfalls mittelst konischen Zapfens auf der inneren Seite geschlossen. Möglichst nahe der Krone des Dammes ist ein drittes, nur 0,01 Meter weites kupfernes Rohr cc angebracht, durch welches beim Aufgang der Wasser nach dem Schluss der beiden anderen Rohre die hinter dem Damm befindliche Luft austreten konnte; dasselbe ist das Ueberhauen aufwärts bis in den Firstenbruch geführt, um auch von dort her die Luft austreten zu lassen. Die Röhren mussten sorgfältig in Cement verlagert werden, um den Damm an den Wandungen nicht undicht werden zu lassen. Noch während der Aufführung des Dammes mauerte man zugleich den darüber liegenden Theil des Ueberhauens und den Firstenbruch aus. Das Ueberhauen wurde mit einem Gewölbe von 1 Meter Durchmesser und 1,10 Meter Höhe versehen, daran schloss sich ein glockenförmiger Raum D von 1,50 Meter Durchmesser und 2,00 Meter Höhe, auf welchem eine Esse E aufgesetzt wurde, welche unten und oben 0,60 Meter Durchmesser hat. Diese Mauern sind aus Ziegeln und hydraulischem Kalk ausgeführt und sämmtlich mit einem Beton, aus hydraulischem Kalk und Sand und Granit-

stücken bestehend, hinterfüllt, welcher in den Figuren mit F bezeichnet ist. Um die Arbeiter bei der Ausführung dieser Arbeiten nicht durch die grossen Wassermassen belästigen und den Mörtel in der Mauer, so wie den Beton nicht fortspülen zu lassen, brachte man unter der Firste der Glocke einen möglichst grossen Trichter G an, welcher durch ein Rohr dd mit dem Rohr bb im Damme verbunden war, so dass die Wasser in den Trichter fielen und mittelst der Rohre dd und bb vor den Damm geführt

Fig. 437.



wurden. Nach Vollendung der Arbeit brachte man auch in den glockenförmigen Raum D noch so viel Beton, dass man den hölzernen Zapfen zum Verschluss des Rohrs aa noch handhaben konnte. Demnächst handelte es sich noch darum das Aufhauen vor dem Mauerdamm und die Strecke sicher zu stellen, was in der in Fig. 436 angedeuteten Weise durch Einbringung von Mauerkörpern und dazwischen aufgeschichteten Bergen geschah. Die Mauerung wurde in Hausteinen und hydraulischem Kalk, die Gewölbemauern in dem Ueberhauen und die Widerlagebogen in Ziegelsteinen ausgeführt.

Nachdem alle diese Arbeiten vollendet waren, schritt man zur Schliessung des Dammes. Zunächst zog man den hölzernen, für das Arbeitsrohr bestimmten Zapfen, welcher hinter dem Damm in dem Raume D lag und an einer durch das Rohr führenden Kette befestigt war, in das konische Ende des Rohrs allmälig ziemlich fest ein, es dem Wasserdruck überlassend, den Zapfen ganz fest einzudrücken; demnächst schloss man das Wasserrohr vorn mit einem Zapfen und einem davor gelegten eisernen Verschluss, worauf das Wasser sehr schnell hinter dem Damm stieg und zu dem Luftrohr einen Ausweg suchte, worauf das Arbeitsrohr aa auch vorn mit einer eisernen Klappe geschlossen wurde. Ein an das Luftrohr angebrachtes Manometer, welches anfänglich den Druck von 1 Atmosphäre anzeigte, stieg schnell auf 3 Atmosphären und nach einigen Tagen allmälig

bis zu 6 Atmosphären, wo es stehen blieb. Nach dem Schluss der Arbeiten fand man in der Strecke, wo vor dem Wasserdurchbruch 500 Hektoliter Wasser in 24 Stunden und nach dem Durchbruch 12000 Hektoliter in 24 Stunden wahrgenommen waren, nur noch 475 Hektoliter in 24 Stunden, welche sich nach 3 Jahren auf 420 Hektoliter ermässigt haben, so dass die Ausführung als gelungen anzusehen ist.

Hierher gehören auch diejenigen Verdämmungen, wo der abdämmende Körper nicht gemauert ist, sondern in einer gleichmässigen homogenen Masse besteht.

Auf den Sinkwerksanlagen im Salzkammergut ist man bemüht, die Süsswasserquellen von dem salzhaltigen Haselgebirge abzuhalten und sucht dies durch Lettenverdämmungen zu erreichen. Zu Aussee sollte in einem Untersuchungsquerschlage, welcher im Haselgebirge mit verschiedenem Salzgehalt, theilweise in völlig ausgelaugtem Thon anstand und ca. 95 Meter lang war, eine Quelle abgedämmt werden, was man wiederholt durch einen Lettenkörper aus sog. Werklaist mit eingelegtem Holzrohr versuchte, den man in den Querschlag einbrachte; es gelang nicht, die Wasser abzusperren, da dieselben nach längerer oder kürzerer Zeit hinter dem Damm wieder durchbrachen. Zuletzt führte man die Stösse der Strecke von Neuem völlig rein wieder nach, um eine innigere Verbindung der dämmenden Lettenmasse mit den Stössen zu bewirken und machte den Lettenkörper 9,5 Meter stark, legte auch ein eisernes Abzugsrohr hinein, dennoch erzielte man einen definitiven Abschluss nicht, indem nach 5 Jahren die Wasser in der Firste abermals durchbrachen. — Aehnliche ungünstige Erfolge hatte man zu Ischl, wo eine im Kalkgebirge in einer Strecke auftretende Quelle durch einen massiven Körper aus Werklaist von 15 Meter Länge abgedämmt werden sollte, der Durchbruch aber unmittelbar nach Verschluss des Rohres erfolgte. — Auch zu Hall, wo man in einer in Kalkstein anstehenden Strecke den Abdämmungskörper aus Cementkalk herstellte, sind keine günstigeren Resultate erzielt worden. Die Wasserdurchbrüche erfolgten immer an der Gränze zwischen der Dammmasse und der Streckenwand, in der Regel in der Firste. Offenbar hat keine innige Verbindung zwischen der Gebirgsmasse und dem Dammmaterial stattgefunden, auch konnte namentlich in der Firste wegen ungünstiger Stellung der Arbeiter die Verschlagung nicht mit der gehörigen Kraft ausgeführt werden. Wenn dessenungeachtet gerade auf den Sinkwerksanlagen die Verdämmungen der Sinkwerke mit Erfolg ausgeführt werden, so liegt dies daran, dass zu diesen gesalzener Wehrlaist verwendet wird, welcher mit gesalzenem Gebirge in Verbindung tritt und eine innigere Verbindung mit diesem eingeht, auch hier das dämmende Material nur den Angriffen mehr oder weniger gesättigter Soole ausgesetzt ist, während das reine Wasser zum Durchdringen geneigter ist[273]).

[273]) Aigner über Wasserverdämmungen an der Haselgebirgsgränze in österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1871. S. 161.

2. Cylinder- und Kugeldämme.

Die Kugeldämme erfüllen den Zweck am vollständigsten, sind aber etwas schwieriger herzustellen. Bei den Cylinderdämmen steht die Achse in Querschlägen immer und auch sonst in der Regel vertical, dagegen beim Abschliessen von Oertern in Kohlenflötzen von starker Neigung wohl in der Richtung der Falllinie[274]); die Cylinderdämme müssen im Allgemeinen dicker sein, als die Kugeldämme.

Als Material dienen fast ausschliesslich Ziegel, selten und auch dann wohl nur bei Cylinderdämmen, so wie bei geringerem Druck Bruchsteine, wie auf der Grube Nachtigall bei Witten[275]). Zum Bindemittel nimmt man hydraulischen Mörtel irgend welcher Art. Bei dickeren Mauern arbeitet man mit concentrischen Mörtelfugen, also in mehreren Abtheilungen, bringt auch wohl stärkere Lagen von Mörtel zwischen die Gesteinschichten[276]).

Ein Fahrrohr ist niemals nöthig, ein Luftrohr ist überflüssig, dagegen wird nach Bedürfniss ein Wasserrohr angebracht, welches bei grösserer Länge im hinteren Theil am besten konisch geformt wird, während der vordere Theil cylinderisch ist, um durch einen Spund abschliessen zu können; übrigens kommen auch ganz cylinderische Rohre vor, die man nur durch Keile von vorn und durch einen Deckel schliesst, welcher auch bei den verspundeten Rohren zweckmässig ist. Das Rohr muss möglichst nahe an der Sohle liegen; es erhält mehrere Flantschen, mit denen es in das Mauerwerk eingreift und je nach dem Durchmesser verschiedene Wandstärken, im Durchschnitt 26 Millimeter. Bevor man das Rohr schliesst, muss das Mauerwerk gehörig erhärtet sein, so dass sich die Zeit nach der Art des Mörtels richtet.

Der Krümmungsradius liegt gewöhnlich zwischen 7 und 10 Meter Länge, wonach sich die Mauerstärke berechnen lässt, wobei man aber jedenfalls sehr grosse Sicherheit geben muss. Auch kommen wohl geringere Radien vor, wie z. B. auf Grube Engelsburg[277]) in einem 53 Grad fallenden Flötze ein Cylinderdamm mit geneigter Achse bei 2,5 Meter Sehne, 0,314 Meter Pfeilhöhe mit 2,688 Meter Radius, ein Doppeldamm auf derselben Grube, welcher von beiden Seiten Druck aushalten soll, mit 120 Millimeter Spannung auf 1 Meter Sehne mit einem Radius von 2 Meter, auf der Grube Eintracht bei Steele ein Kugeldamm bei innerer Sehne von 1,25 Meter und 130 Millimeter Spannung mit 1,569 Meter Radius. — Auch auf den Gruben des Oberharzes hat man zum Zurückdämmen der Wasser von bedeutender Druckhöhe kugelsegmentförmige, aus Klinker und Cement ausgeführte Dämme eingebaut und überall sehr günstige Re-

[274]) Hilgenstock in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 4B. S. 140.

[275]) Huyssen in Karsten u. v. Dechen Archiv. Bd. 25. S. 19.

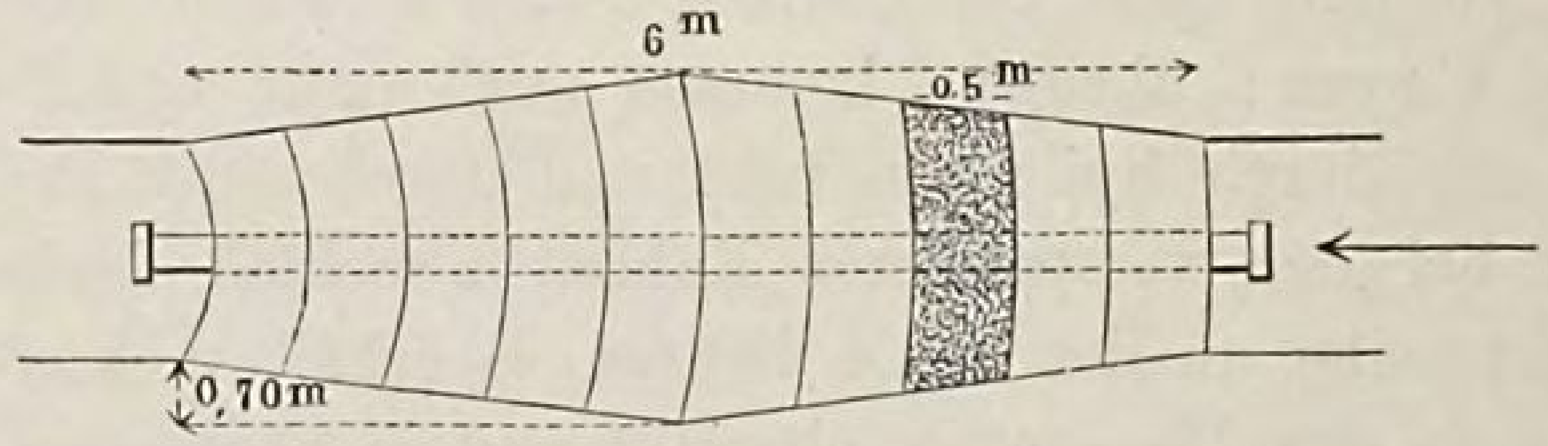
[276]) Ponson III. 404.

[277]) Hilgenstock, a. a. O. S. 159.

sultate erzielt; auf Grube Samson sind beispielsweise die Wasser von 640 Meter Druckhöhe völlig zurückgedämmt.

Hinsichtlich des Verhältnisses der Wölbung und des Druckes auf die Widerlager greifen dieselben Erwägungen, wie bei den Gewölben Platz. Die Widerlager werden mit Schlägel und Eisen bearbeitet. Beim Cylinderdamm stehen die seitlichen Widerlager als Radialschnitte des Cylinders, oben und unten giebt man etwa 14 Grad ansteigende Flächen, oder auch auf 1 Meter Dicke 54 Centimeter Ansteigen; das Ganze erhält dadurch die Gestalt einer abgestumpften Pyramide. Bei Kugeldämmen gestalten sich die Widerlager ähnlich denen beim Keilverspünden. Man lässt dieselben entweder hinten in das Gestein eingreifen, oder haut dort frei; zuweilen lässt man den hinteren Theil rechtwinkelig zu den Stössen stehen, hält auch wohl die ganze Rückseite eben, doch ist die Bogenform, beziehungsweise die radiale Stellung für alle diese Flächen vorzuziehen. Als ganz verfehlt ist das zu Mons[278]) angewendete Verfahren zu betrachten, wo ein Cylinderdamm die in Fig. 438, im Grundriss dargestellte Form er-

Fig. 438.



halten hat, bei dem der vordere Theil nur als grosse Masse, nicht mehr durch seine Spannung wirken kann, da nur der hintere Theil widerlagert. Zuweilen hat man bei stärkeren Dämmen, wohl verleitet durch die Herstellung in concentrischen Schalen, die Widerlager absatzweise bearbeitet, was zur Wasserdichtigkeit nichts beitragen kann und nur die Herstellung der Lager erschwert.

Dagegen kommen Sicherungen der Widerlager dadurch vor, dass man, wie auf der Grube Präsident bei Bochum[279]) das Gestein theils durch Mauerwerk ersetzt, wobei zugleich ein erleichtertes Schliessen vermöge dieser Mauerkörper eintritt, oder dass man einen Theil der Strecke in unmittelbarem Anschluss an den Damm wasserdicht ausmauert und zwar, wie auf der Grube Eintracht, hinter dem Damm oder, wie auf der Grube Geislautern bei Saarbrücken, vor und hinter dem Damm, bei welchem man, um das Durchbrechen des Wassers durch die Sohle zu verhüten, noch flügelförmige Ansätze gegeben hat, dieselben sind in das feste Hangende und Liegende eingelassen; der ganze Damm besteht hier aus Bruchsteinen von Kohlensandstein.

Beim Mauern hat man alle früher für wasserdichte Mauerausführungen

[278]) Ponson III. 404.

[279]) Hilgenstock, a. a. O. S. 146. 149.

angegebenen Vorsichtsmassregeln anzuwenden, wie das Abwaschen der Stösse, Sättigen der Ziegel mit Wasser u. s. w. Concentrische Schalen mauert man am besten jede für sich oder lässt doch die äussere voraus-stehen. Im Allgemeinen schreitet die Arbeit von Unten nach Oben und dabei in jeder Lage von den Stössen nach der Mitte fort. Das Schliessen lässt sich entweder direct an der Firste bewirken oder besser, indem man vorab durch Vorkragenlassen der Steine die Firste bekleidet und zuletzt die Oeffuung darunter schliesst; eingeschoben zu werden braucht nur ein einziger Stein, indem man die beiden seitwärts liegenden etwas keilförmig bearbeitet, ähnlich wie bei Klotzdämmen, auch setzt man wohl die letzten 3 Steine gemeinschaftlich ein. Eines besonderen Schutzes gegen das Herauspressen bedarf es wegen des Mörtels nicht.

Das Schliessen der Wasserröhren erfolgt nach der vollständigen Erhärtung des Mörtels.

Die Mauerdämme können durch den Druck nicht vorwärts geschoben werden, weshalb auch eine Verlängerung der Widerlager nach vorn nicht erforderlich ist, wie bei den Keilverspünden.

c. Dammthüren.

Zur Sicherung der Grubenbaue vor plötzlich zu erwartenden Wasserdurchbrüchen hat man Wasser- oder Sicherheitsblenden zur Anwendung gebracht, wie sie beispielsweise von der Bleierzgrube Diepenlinchen bei Stollberg oben beschrieben sind. Seitdem sind sie mehrfach auf den westfälischen Steinkohlengruben angebracht worden[280]), namentlich, wo es sich um augenblickliche oder vorübergehende Abdämmung von Wassern handelt, wenn in starken Fluthzeiten sich die Wasser unverhältnissmässig vermehren, oder wenn bei Maschinenbrüchen u. dgl. m. die Wasser zeitweise abgesperrt werden sollen. Man hat gusseiserne Thüren mit gusseisernen Rahmen, Holzthüren mit gusseisernen oder hölzernen Rahmen, auch ohne Rahmen, und schmiedeeiserne Thüren mit gusseiseren Rahmen angewendet.

Die ersten Dammthüren bestanden aus Gusseisen von geringen Dimensionen, welche es gestatten, mit dem Förderwagen zu passiren. Die Oeffnung in einem vorhandenen Mauerdamm ist mit einem gusseisernen Rahmen bekleidet, auf welchem eine 1,151 Meter hohe, 1,020 Meter breite und 65 Millimeter dicke gusseiserne und in Angeln bewegliche Thür aufschlägt; dieselbe ist nach der Wasserseite glatt, nach der andern durch Rippen verstärkt. Die Dichtung erfolgt durch eine Gummischnur, welche in eine Nuthe im Rahmen eingelegt wird. Soll die Thür geschlossen werden, so werden 2 eiserne Bolzen in Haken, welche in die Thür einge-

[280]) Wagner: die Construction und Anwendung von Dammthüren in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17B. S. 479.

gossen sind, mit dem einen Ende eingehakt, während die anderen mit Schraubengewinden versehenen Enden durch zwei starke schmiedeeiserne Stege hindurchgehen und mit Schrauben beliebig angezogen werden; die Stege finden ihr Widerlager an den Thürrahmen. Eine solche Thür findet sich auf der Steinkohlengrube ver. Deimelsberg bei Steele.

Auf der Grube ver. Wiendbahlsbank bei Witten hat man eine ganz ähnliche Thür zum Verschluss einer grösseren Oeffnung von 1,674 Meter lichter Höhe und 1,096 Meter Weite ausgeführt, durch welche man Pferdeförderung passiren lässt. Die Thür unterscheidet sich von der vorigen nur durch grössere Dimensionen und grössere Stärke, auch sind auf der Wasserseite parabolische Rippen angebracht. Man hat die Erfahrung gemacht, dass die Dichtungsringe aus Gummi und Guttapercha auf die Länge der Zeit nicht gehörig dichten und wendet deshalb lieber getheerte und in Mennige getränkte Leinwandkränze an.

Da aber die gusseisernen Thüren sehr schwer zu handhaben, dabei sehr theuer sind, auch der Guss wegen der nothwendigen Sicherheit schwer auszuführen ist, so ist man zu hölzernen Dammthüren übergegangen. Man hat solche mit gusseisernen Rahmen, z. B. auf den Gruben ver. Luisenglück bei Witten und ver. Henriette bei Kupferdreh, wo die Rahmen entweder aus einem oder aus zwei Stücken bestehen, welche nach der Wasserseite mit einem konischen Anschlage versehen sind; in diesen Anschlag legt sich die hölzerne Thür, welche aus drei Lagen kreuzweise übereinander gefügter Eichenbohlen von 52 Millimeter Dicke besteht und mit Laschen und Gehänge verbolzt ist. Zur Dichtung wird zwischen Holz und Anschlag mit Theer getränkte Leinwand gelegt. Wie vorher bei den eisernen Thüren angegeben, so werden auch diese hölzernen Thüren mittelst zweier Schraubenbolzen, welche in die Thür eingehakt werden und durch 2 widerlagernde Querriegel hindurchführen, angezogen und geschlossen, sobald ein plötzlicher Wasserandrang den Verschluss nothwendig macht, wobei der Wasserdruck die eigentliche Dichtung herbeiführt. Die Thüren sind in beiden genannten Fällen von solchen Dimensionen, dass sie den Durchgang mit Pferden zur Förderung gestatten.

Eine hölzerne Dammthür mit hölzernem Rahmen findet sich auf der Grube Helene Tiefbau bei Witten, wo sie dazu dient, bei etwa eintretenden Störungen in der Wasserhaltung die Wasser bis zur Beseitigung dieser Störungen abzusperren. Diese Einrichtung gleicht den sogenannten Schleusendämmen. In den Querschlag ist ein Mauerwerk eingebracht, welches nach allen Richtungen hinreichend tief in das Gestein eingelassen ist; in diesem Mauerwerk steht ein Thürstockgeviere, bestehend aus 1,569 Meter hohen, 209 Millimeter im Quadrat starken Thürstöcken, welche auf einer 209 Millimeter hohen, 0,942 Meter breiten, 3,139 langen Schwelle stehen und eine Kappe von gleicher Stärke und 2,5 Meter Länge tragen; im Lichten stehen die Thürstöcke 1,779 Meter auseinander. In dem Rahmen bewegen sich in je 2 Zapfen, welche in der Schwelle und

in der Kappe laufen, zwei Schleusenthore, welche sich nach der Wasserseite öffnen und aus dreifach über einander gelegten 52 Millimeter starken, durch Schraubenbolzen mit einander verbundenen Bohlen bestehen. Die den Thürstöcken zugekehrten Flächen der Thürflügel sind abgerundet und bewegen sich in entsprechenden Auskehlungen der letzteren, während die platt abgehobelten gegenüberliegenden Flächen so gebildet sind, dass sie, wenn die Thür geschlossen ist, in eine in der Achse des Querschlags liegende Ebene zusammenfallen. Auch die der Kappe und Schwelle zugekehrten Flächen der Thore sind, wie jene selbst, platt abgehobelt. Der von den beiden Thoren bei ihrer Schliessung gebildete stumpfe Winkel hat eine solche Grösse, dass der nach der Wasserseite liegende Winkelpunkt mit der äusseren Kante der Schwelle und Kappe abschneidet. Der Wasserdruck schliesst die Thore selbstständig. Um sie unabhängig hiervon zu schliessen, geht durch beide Thore, in der Mitte der Berührungsfläche ein eiserner Bolzen, welcher an der Wasserseite mittelst eines doppelten Hakens beide Thüren umfasst, während das andere mit Schraubengewinde versehene Ende durch einen vor dem Thürgerüst im Querschlage angebrachten horizontalen Balken geht und mittelst einer Schraubenmutter angezogen wird. Die Berührungsflächen beider Thorflügel sind durch 7 Millimeter starke Gummibänder gedichtet. Nach dem Schliessen bringt man an den Berührungsflächen der Thorflügel mit der Kappe und der Schwelle 78 Millimeter lange und 52 Millimeter breite Buchenkeile zur Verdichtung ein. Diese Einrichtung hat sich bereits mehrfach auf der genannten Grube trefflich bewährt[281]).

Auf der Grube Kronprinz Friedrich Wilhelm bei Saarbrücken[282]) hat man eine zweiflügelige hölzerne Dammthür mit hölzernem Rahmen eingebaut. Die Thüren sind aus drei Lagen, 78 Millimeter starken eichenen Bohlen mit starkem Eisenbeschlag hergestellt, sie bilden nach der Wasserseite einen Winkel von 152 Grad; der Thürrahmen ist 62,7 Centimeter breit, aus eichenen Pfosten zusammengesetzt, äusserlich an den Seitenstössen keilförmig geschnitten und ringsum mit dem Gestein durch wasserdichtes Mauerwerk verbunden. In geöffnetem Zustande ist die lichte Thüröffnung 2,35 Meter breit und 1,96 Meter hoch, so dass die Pferdeförderung durch die Thüre nicht gehindert wird.

Auch im Essener Bezirk, wo man früher nur einflügelige Thüren anwendete, kommen die zweiflügeligen in Gebrauch, so auf der Zeche Eintracht Tiefbau, wo sich in dem einen Flügel ein Ventil zum völligen Abzapfen der Wasser befindet[283]).

Auf der Steinkohlengrube ver. Präsident bei Bochum war man ge-

[281]) Siehe auch ausser der vorstehenden Quelle: Glückauf. Essen 1867. No. 52. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17 B. S. 65.

[282]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20 B. S. 366.

[283]) Ebenda.

nöthigt gewesen, die plötzlichen starken Wasserzuflüsse durch zwei sphärische Mauerdämme abzusperren. Nachdem man später die Wasser wieder gesümpft hatte, und man demnächst wieder zur Förderung übergehen konnte, hätte man den einen Damm beseitigen können; man zog es aber vor, denselben nur zu durchbrechen, ihn der Förderung zu öffnen und durch Anbringung einer Thür jeder Zeit wieder verschliessbar zu machen. Man wählte dazu eine hölzerne Thür ohne Rahmen. Die Oeffnung in dem Mauerdamm wurde mittelst Schlägel und Eisen für die Breite eines Fördergeleises hergestellt, auf der Wasserseite 1,517 Meter hoch und 1,203 Meter breit; im Uebrigen bildet der Raum im Damm eine liegende abgestumpfte Pyramide, deren Seitenflächen parallel den Dammfugen liegen, deren kleinere Grundfläche also der Wasserseite zugekehrt ist. Die Unterkante der Oeffnung nach der Wasserseite liegt 157 Millimeter über der Querschlagsohle, so dass die Förderbahn von hier aus nach beiden Seiten hin abfällt; um die Förderbahn bei einem etwa nothwendig werdenden Verschluss schnell beseitigen zu können, bildet sie innerhalb des Dammkörpers ein besonderes eingeschaltetes Stück. — Zum Durchlassen der Wasser während des Betriebes ist im Damm auf der Sohle ein Rohr eingemauert. Dasselbe muss beim Schliessen der Thür gleichfalls verschlossen werden und zwar so, dass es jederzeit wieder geöffnet werden kann. Dasselbe erweitert sich nach der Wasserseite konisch und trägt hier einen Ventilsitz, in welchen ein Messingventil eingesetzt wird; dieses sitzt am Ende einer Eisenstange, welche durch das Rohr hindurchgeführt ist, an dessen vorderem Ende durch eine Stopfbüchse geht und mittelst Drehrad und Schrauben so eingerichtet ist, dass das Ventil in seinem Sitz hin- und hergeschoben, auch gedreht werden kann. Zwischen Stopfbüchse und Damm ist auf dem Rohr ein Hahn angebracht, welcher zum Ablassen des Wassers dient. — Der Anschlag für die Thür wird an dem Damm selbst auf der Wasserseite hergestellt, indem rings um die Oeffnung ein 131 Millimeter breiter rahmenartiger Rand sorgfältig glatt und eben bearbeitet wird. Die Thür ist aus 78 Millimeter starken, ganz trockenen Eichenbohlen mit radialen Fugen zusammengesetzt, was erst an Ort und Stelle hinter dem Damm geschieht; sie greift 131 Millimeter nach allen Richtungen über die Dammöffnung, hängt in Angeln, welche in dem Mauerwerk befestigt sind, und wird mit 78 Millimeter breiten und 4 Millimeter dicken Gummibändern Behufs der Dichtung belegt. Auf der vom Wasser abgekehrten Seite ist die Thür mit 5 Haken versehen, in jeder Ecke und in der Mitte einer, in diese werden Zugstangen eingehängt, welche durch vor dem Damm angebrachte Querspreizen geführt sind und mit Schraubenmuttern angezogen werden. Diese Thür hat wiederholt bei stark vermehrten Zuflüssen und bei Störungen in der Wasserhaltung die grösste Sicherheit und Beruhigung gewährt.

In neuester Zeit wendet man auf den westfälischen Kohlengruben nur noch schmiedeeiserne Thüren mit gusseisernem Rahmen an.

Die Thüren haben eine lichte Weite von 0,942 Meter und eine lichte Höhe von 1,726 Meter und bestehen aus einem cylindrisch gebogenen Stück Blech von 1,098 Meter Breite und 1,883 Meter Höhe und sind mit der convexen Fläche nach der Wasserseite gekehrt. Die Wandstärke richtet sich nach dem muthmasslichen hydrostatischen Druck, sie beträgt gewöhnlich 29 Millimeter. Der gusseiserne Rahmen wird in den Mauerdamm eingemauert; der Verschluss erfolgt durch Zugstangen, welche durch eine schmiedeeiserne Brücke führen und mittelst Schrauben angezogen werden, auch wird zur Dichtung ein Kranz von getheerter Leinwand eingelegt. Während der Förderung wird durch den Rahmen ein leicht zu entfernendes Geleisestück eingeschaltet, welches beim Schliessen schnell beseitigt wird; ist die Strecke zweigeleisig, so bringt man vor und hinter der Dammthür eine Weiche an, weil man durch die Thür gern nur ein Geleise führt. Das durch den Damm führende Abflussrohr wird beim Schliessen der Thür an der Schachtseite durch einen Schieber geschlossen, welcher sich leicht öffnen lässt, wenn die hinter der Thür aufgestauten Wasser wieder abfliessen sollen. Neuerdings wendet man jedoch mehrfach einen dem auf ver. Präsident benutzten ähnlichen Rohrverschluss an. Die Blechthüren sind mit Vortheil beispielsweise auf der Steinkohlengrube ver. Constantin der Grosse zur Anwendung gelangt.

Diese Thüren haben einer Druckprobe nicht unterworfen werden können, indess scheint man sich nach Dreyer[284]) der Ansicht hinzugeben, dass sie einem Druck von 25 Atmosphären widerstehen können, während nach seinen Angaben die Beobachtungen nicht über 13 Atmosphären reichen. Im Jahre 1878 hat er für den Eschweiler Bergwerksverein auf der Grube Nothberg eine derartige Dammthür von 30 Millimeter Blechstärke geliefert, welche 25 Atmosphären Druck aushalten sollte. Obwohl der Damm und die Thür mit grösster Sorgfalt ausgeführt waren, beobachtete man bereits bei dem durch das Manometer angezeigten Druck von 11 Atmosphären ein Undichtwerden, das Wasser strahlte durch Nietlöcher und durch die Ränder der Thür. Man änderte die Thür, namentlich ihre Verankerung; dieses Mal beobachte man einen Druck von $18^1/_2$ Atmosphären, worauf sich Undichtigkeit an 2 Nieten und am Mauerwerk zeigten, die Thür war durchgebogen, auch der Thürrahmen war verbogen. Es erfolgte nun eine vollständige Aenderung der Construction der Thür, während der Rahmen in das erneuerte Mauerwerk nach erfolgter Verstärkung wieder eingesetzt wurde. Binnen 24 Stunden nach dem Schluss der Thür stieg der Druck auf 25 Atmosphären und blieb derselbe constant, ohne dass die Thür eine Veränderung erlitt. Man hat nun sogar eine Thür für

[284]) Wochenschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin 1880. S. 265. — Glückauf. Essen 1880. No. 50. 66. — Der Berggeist. Köln 1880. S. 301. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1880. S. 458. — Berg- u. hüttenm. Zeitung ven Kerl u. Wimmer. Leipzig 1881. S. 46.

36 Atmosphären Druck gefertigt, welche indess der Probe noch nicht unterworfen ist.

II. Verdämmungen in Schächten.

In Schächten kommen Verdämmungen nur selten vor, wobei zwei Fälle zu unterscheiden sind: Schutz gegen von Unten andringende, beim Abteufen erschrotene Wasser oder gegen obere Wasser, das Letztere wohl bei alten, in der Cuvelirung schadhaft gewordenen Schächten eintretend.

a. Im ersteren Falle, wo der Damm gegen von Unten her aufströmende Wasser gelegt wird, ist stets für eine Unterstützung desselben während des Legens zu sorgen. Schwierig ist die Anlage, wenn die Wasser so reichlich zufliessen, dass Wasserhaltung stattfinden muss.

1. Balkendamm im Padtkohlschacht der Grube Centrum bei Eschweiler[285]). Der Unterschied zwischen stehenden und liegenden Dämmen hört hier auf, da die Balken nur liegend verwandt werden können. Eine Gesteinbrust, welche der Abschrägung der Balkenköpfe entsprechend hergestellt ist, dient zum Tragen und wird, um den Schlussbalken einbringen zu können, an einem Stoss weggehauen. Bei rechteckiger Schachtform werden die Hölzer von einem langen Stoss zum andern verlagert, erhalten also die Länge des kurzen Stosses.

2. Keildamm auf der Zeche Spanbruch[286]). Als Träger dienen hier bei 2,197 und 1,883 Meter Weite des Schachtes drei Tragestempel von 0,314 Meter Stärke im Quadrat, welche mit 65 Millimeter starken Bohlen bedeckt werden; auf diese werden die den Damm bildenden Keile verlagert, deren Schlusslage durch einen eingebühnten, gleichfalls 0,314 Meter im Quadrat starken Stempel festgehalten wird.

3. Ein Mauerdamm ist auf dem Schacht Hercules der Grube Nachtigall bei Witten ausgeführt[287]). Zum Tragen dient zunächst ein nach Oben gekrümmtes Tonnengewölbe, welches durch Mauerwerk gehörig abgeglichen wird, hierauf wird der eigentliche Damm als nach Oben concaves Gewölbe gesetzt, so dass also gleichsam ein liegender Cylinderraum gebildet ist. Durch den Damm ist ein später verschlossenes Rohr geführt, durch welches das Saugrohr der Pumpe hinabgeht, damit deren Stösse die Mauer nicht verletzen.

4. Ein Betonkörper ist in dem Einigkeitsschacht zu Joachimsthal angebracht, wo in der Tiefe von 590 Meter eine 0,5 Kubikmeter Wasser in der Minute gebende Quelle angefahren worden war, welche den Schacht schnell bis 270 Meter unter Tage erfüllte[288]). Der Schacht steht in sehr

[285]) v. Dechen, a. a. O. S. 72.

[286]) Ebenda S. 79.

[287]) Huyssen, a. a. O. S. 46.

[288]) Rittinger: Erfahrungen. Wien. Jahrg. 1869. S. 22.

festem, quarzreichem Glimmerschiefer. Nach erfolgter Sümpfung führte man die Stösse für den nach aufwärts gerichteten Betonkeil zu, wobei man wegen der Härte des Gebirges Schiessarbeit mit flachen Bohrlöchern und schwachem Besatz anwendete. Im Tiefsten stellte man zum Einlegen der Brückhölzer einen 24 Centimeter tiefen Schram in den Schachtstössen her, wobei man Bohrlöcher in Entfernungen von 16 Centimeter wegthat und den Zwischenraum allmälig ausschrämte. In diesen Schram legte man auf ein Cementmörtelbett die Bühnenhölzer von 26 und 31 Centimeter Stärke parallel den kurzen Schachtstössen, welche über Tage genau an einander gepasst waren, sie waren möglichst trocken und wurden in kürzester Frist verlegt, um durch Quellen die Dichtung der Fugen zu bewirken, welche ausserdem noch durch Verkeilung mit Buchenkeilen erfolgte. Der Beton wurde aus Cement, Sand und Ziegelsteinbruchstücken in der Grube bereitet, auf die Brücke in dünnen Lagen aufgetragen und aufgestampft, bis nach verschiedenen Unterbrechungen der Betonkeil eine Höhe von 3 Meter erreicht hatte. Nachdem derselbe 4 Wochen zur Erhärtung unter Wasser gestanden hatte, machte man nach erfolgter Sümpfung die Wahrnehmung, dass der Abschluss nicht völlig erreicht war. Man ging daher dazu über, den oberen Theil des erhärteten Betons wieder zu beseitigen, was grosse Schwierigkeiten mit sich führte, und brachte darauf einen neuen 3 Meter hohen Betonkeil ein, nach dessen Erhärtung der Abschluss gelungen war.

b. Für den zweiten Fall hat man:

1. einen horizontalen Balkendamm auf der Grube Bonne Fin bei Lüttich eingebaut[289]). Die tragende Gesteinbrust ist mit einem Picotagejoch bedeckt, die darauf verlagerten Balken werden während des Verkeilens durch Streben von Oben niedergehalten, die Wasser fliessen durch Oeffnungen ab, die man später verspundet. Die Ausführung ist nicht gelungen.

2. Bei Anwendung von Mauerung könnte man Kuppelgewölbe benutzen, man hat aber in den bekannten Fällen, Mine de la Cossette bei Mons und Mines des Andrieux[290]), zwei mit ihren Achsen sich kreuzende Cylindergewölbe über einander gelegt, die sich an den Stirnseiten, ähnlich wie Cylinderdämme, gegen Gesteinböschungen von 75 bis 80 Grad lehnen; zwischen den beiden Gewölben wird Mauerwerk oder Betonfüllung angebracht. Eiserne Rohre werden eingemauert, durch welche die Wasser nach Unten abgeführt werden.

[289]) Ponson III. 409.

[290]) Ponson III. 412. 413.

Buchdruckerei von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer in Berlin N.,
Monbijouplatz 3.

Die Stollenanlagen.

Leitfaden für Bergleute und Tunnelbauer.

Unter besonderer Berücksichtigung
der beim
Stollenbau vorkommenden bergmännischen Gewinnungsarbeiten und der dabei angewandten Bohrmaschinensysteme.

Von

Georg Haupt,
Oberingenieur.

Mit 185 in den Text gedruckten Holzschnitten.

Preis M. 8,—.

Die Statik der Tunnelgewölbe.

Von

Wilhelm Ritter,
Professor der Ingenieur-Wissenschaften am Polytechnikum zu Riga.

Mit 17 in den Text gedruckten Holzschnitten und 2 lithogr. Tafeln.

Preis M. 3,—.

Das Tunnellängsträgersystem.

Nach
Neubauacten der Rheinischen Eisenbahn-Gesellschaft, nach Mittheilungen des Herrn Ober-Ingenieur Baurath Menne, sowie nach eigenen Erfahrungen beim Bau des Ender-Tunnels
bearbeitet von

Heinrich Birnbaum.

Mit 7 lithogr. Tafeln. — Preis M. 5,—.

Die Hebezeuge.

Theorie und Kritik ausgeführter Konstruktionen.

Ein Handbuch
für
Ingenieure und Architekten, sowie zum Selbstunterricht für Studirende
von

Ad. Ernst,
Ingenieur u. ordentl. Lehrer des Maschinenbaues a. d. Fachschule für Maschinentechniker zu Halberstadt.

Mit 306 in den Text gedruckten Holzschnitten und einem
Atlas von 46 lithographirten Tafeln.

In zwei Leinwandbänden. — Preis M. 36,—.

Kritische Vergleichung der Elektrischen Kraftübertragung

mit den
gebräuchlichsten mechanischen Uebertragungssystemen.

Von

A. Beringer.

(Gekrönte Preisschrift.)

Preis M. 2,40.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer in Berlin N.,
Monbijouplatz 3.

Uebersicht der Hauptgesteinsarten des K. Preussischen Staatsgebietes

mit Berücksichtigung angrenzender Länder.

Von

Dr. Adolf Remelé,

Professor der K. Forstakademie zu Eberswalde.

Preis M. 0,80.

Physische und chemische

Beschaffenheit der Baumaterialien,

deren Wahl, Verhalten und zweckmässige Verwendung.

Ein Handbuch für den Unterricht und für das Selbststudium

bearbeitet von

Rudolf Gottgetreu,

Architekt und ordentlicher Professor an der polytechnischen Hochschule zu München.

Dritte vermehrte und verbesserte Auflage.

In zwei Bänden.

Mit 246 Holzschnitten, 3 photo-lithographirten und 17 lithographirten Tafeln.

Preis M. 27,—.

Kohle und Eisen in allen Ländern der Erde.

Unter Mitwirkung hervorragender Fachgenossen

herausgegeben

von

Joh. Pechar,

Eisenbahn-Director in Teplitz.

Zweite unveränderte Auflage.

Preis M. 5,—.

Ingenieur-Kalender.

Für Maschinen- und Hütten-Ingenieure

bearbeitet von

H. Fehland.

In zwei Theilen.

Mit zahlreichen Holzschnitten und einer Eisenbahnkarte.

I. Theil in Leder mit Klappe und Faber-Bleistift. — II. Theil (Beilage) geh. Preis zusammen M. 3,20

Brieftaschen-Ausgabe mit Ledertaschen, Faberstift etc. Preis M. 4,20.

Chemiker-Kalender.

Herausgegeben

von

Dr. Rudolf Biedermann.

In zwei Theilen.

I. Theil in Leinwandband. — II. Theil (Beilage) geheftet. Preis zusammen M. 3,—.

I. Theil in Lederband. — II. Theil (Beilage) geheftet. Preis zusammen M. 3,50.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Hans Storfing
Buchbinderei
Talstr. 1
8[illegible]

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Serlo, Albert,

Leitfaden zur Bergbaukunde nach den an der Königl. Berg-Akademie zu Berlin gehaltenen Vorlesungen von Bergrath Heinrich Lottner

Bd.: 1

Berlin 1884

BHS I B 261 b-1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11558138-6